

**PERANCANGAN ULANG ALAT PEMBUAT
GERABAH YANG ERGONOMIS
(STUDI KASUS: UD. NUANSA RIAU ASRI)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Industri**

Oleh :

**MULTY TEZA
10752000334**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2013**

**PERANCANGAN ULANG ALAT PEMBUAT GERABAH
YANG ERGONOMIS
(STUDI KASUS : CV. NUANSA RIAU ASRI)**

**MULTY TEZA
10752000334**

Tanggal Sidang : 20 Mei 2013
Tanggal Wisuda : Juni 2013

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Pada pembuatan gerabah yang dilakukan pekerja CV. Nuansa Riau Asri terdapat beberapa keluhan rasa sakit dan nyeri oleh pekerja, cepatnya pekerja merasa kelelahan, dan lamanya waktu proses kerja serta tidak sesuai dengan kaidah ergonomi. Perancangan alat pembuatan gerabah yang dirancang disesuaikan dengan data antropometri 10 pekerja di CV. Nuansa Riau Asri agar alat tersebut sesuai dengan pemakainya. Berdasarkan metode OWAS kondisi postur kerja terdapat perbandingan postur kerja sebelum perancangan alat pembuat gerabah menghasilkan kategori 3 yaitu perbaikan perlu dilakukan secepatnya dan setelah perancangan alat pembuat gerabah postur kerja menghasilkan kategori 1 yaitu tidak perlu dilakukan perbaikan. Terjadinya efisiensi penurunan konsumsi energi sebesar 81,84 %. Terjadinya penurunan waktu kerja sebesar 72,56 setelah perancangan alat pembuatan gerabah. *Output* standar meningkat dari 6 unit gerabah/jam pada setiap pekerja menjadi 8 unit gerabah/jam pada setiap pekerja setelah perancangan. Sehingga produktivitas pekerja setelah perancangan alat pembuat gerabah terjadi peningkatan sebesar 33,33%. Berdasarkan analisa keluhan rasa sakit dan nyeri pekerja pembuatan gerabah di CV. Nuansa Riau Asri jauh menurun setelah perancangan.

Kata kunci: Ergonomi, Fisiologi, OWAS, Waktu Kerja, Produktivitas.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr,Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.

Laporan Tugas Akhir ini penulis ajukan sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Adapun judul dari Laporan Tugas Akhir yang penulis sajikan adalah “Perancangan Ulang Alat Pembuat Gerabah yang Ergonomis (Studi Kasus: CV. Nuansa Riau Asri)”.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak memberi petunjuk, bimbingan, dorongan dan bantuan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, terutama pada:

1. Allah SWT, Tuhan sekaligus Pengatur Kehidupan yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir hingga selesai.
2. Bpk. Prof. DR. H. M. Nazir, selaku Rektor Universitas Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu. Dra. Hj. Yenita Morena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau.
4. Bpk. Ismu Kusumanto, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan Tugas Akhir.
5. Ibu. Merry Siska, ST, MT. selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berharga dalam penulisan laporan ini.

6. Kepada seluruh Dosen Teknik Industri yang telah dengan ikhlas menyampaikan ilmunya kepada penulis.
7. Kedua orang tua penulis yang tercinta Ayahanda Yurizal dan Ibunda Tety Anggraini, SH yang telah banyak memberikan dukungan moril dan materil serta do'a restu kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kepada Abangku Anggy Yudha Pratama, SE dan Adikku tercinta Mutiara Sandhy Putri terima kasih untuk semua dukungan yang telah kalian berikan.
9. Dina Sari Fadillah seorang kekasih yang telah memberikan semangat dan kasih sayangnya serta dukungan kepada penulis.
10. Rekan-rekan dari Teknik Industri khususnya dan Fakultas Sains dan Teknologi pada umumnya. Bery, Nando, Robby, Agus , Didik, Ade, Riana dan rekan-rekan lainnya baik Senior maupun Junior yang tidak bisa dituliskan satu persatu. Terimakasih ya telah banyak membantu, sukses untuk kita semua...Amin

Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan baik dari segi pembahasan maupun dari segi penggunaan kata-kata. Untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik maupun saran yang bersifat membangun atau bertujuan untuk menyempurnakan isi dari laporan tugas akhir ini serta bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan pada umumnya dan bagi penulis untuk mengamalkan ilmu pengetahuan di tengah-tengah masyarakat

Semoga Allah S.W.T. memberikan balasan yang setimpal atas jasa pihak-pihak yang membantu di atas dan semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalam
Pekanbaru, Mei 2013
Penulis,

(MULTY TEZA)

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-7
1.3 Tujuan Penelitian	I-7
1.4 Batasan Masalah.....	I-8
1.5 Manfaat Penelitian	I-8
1.6 Posisi Penelitian	I-9
1.7 Sistematika Penulisan	I-10

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi.....	II-1
2.2 Antropometri	II-2
2.2.1 Dimensi Antropometri dan Pengukurannya	II-5

2.2.2	Penerapan Data Antropometri dalam Perancangan Produk (Fasilitas Kerja)	II-7
2.3	Penggunaan Distribusi Normal	II-8
2.4	Pengujian Data	II-10
2.4.1	Uji Kenormalan Data	II-10
2.4.2	Uji Keseragaman Data	II-10
2.4.3	Uji Kecukupan Data	II-11
2.5	<i>Nordic Body Map</i>	II-12
2.6	Konsumsi Energi	II-13
2.6.1	Proses Metabolisme	II-14
2.6.2	Standar untuk Energi Kerja	II-17
2.6.3	Pengukuran Denyut Jantung	II-18
2.7	Menetapkan Waktu Baku	II-19
2.7.1	Penyesuaian Waktu dengan <i>Peformance Rating</i> Kerja	II-19
2.7.2	Menetapkan Waktu Kelonggaran	II-19
2.7.3	Menetapkan Waktu Siklus	II-20
2.7.4	Menghitung Waktu Normal	II-20
2.7.5	Menghitung Waktu Baku	II-20
2.7.6	Menghitung Waktu Standar	II-20
2.8	Perancangan Produk	II-20
2.9	Produktivitas Kerja	II-23
2.9.1	Sejarah Produktivitas	II-23
2.9.2	Konsep dan Defenisi Produktivitas	II-23
2.9.3	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas .	II-26
2.10	Metode Analisis Postur Kerja Owas	II-27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Studi Pendahuluan	III-2
3.2	Studi Pustaka	III-2
3.3	Identifikasi Masalah	III-2

3.4	Perumusan Masalah	III-3
3.5	Menetapkan Tujuan Penelitian.....	III-3
3.4	Batasan Masalah.....	III-3
3.7	Pengumpulan Data	III-4
3.8	Pengolahan Data.....	III-5
3.8.1	Pengolahan Data dengan metode Owas	III-5
3.8.2	Pengolahan Data Antropometri	III-7
3.8.3	Pengolahan Data Konsumsi Energi.....	III-7
3.8.4	Pengolahan Data Waktu Proses Pembuatan Pot Bunga Keramik	III-8
3.9	Perancangan Meja Kerja Pembuatan Pot Bunga Keramik.	III-9
3.10	Pengujian Hasil Perancangan	III-9
3.11	Analisis Hasil	III-9
3.12	Penutup.....	III-9

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1	Pengumpulan Data	IV-1
4.1.1	Alat Pembuatan Gerabah.....	IV-1
4.1.2	Posisi Kerja Saat Pembuatan Gerabah	IV-1
4.1.3	Data OWAS (Ovako Work Posture Analysis System).....	IV-2
4.1.4	Data Antropometri	IV-2
4.1.5	Data Denyut Jantung Sebelum Perancangan.....	IV-2
4.1.6	Data Waktu Kerja.....	IV-4
4.1.7	Data Penyesuaian dan Kelonggaran.....	IV-4
4.1.7.1	Data Penyesuaian	IV-4
4.1.7.2	Data Kelonggaran.....	IV-5
4.2	Pengolahan Data Sebelum Perancangan	IV-7
4.2.1	Pengolahan Data OWAS Sebelum Perancangan	IV-7
4.2.2	Pengolahan Data Antropometri.....	IV-10

4.2.2.1	Uji Kenormalan Data	IV-11
4.2.2.2	Uji Keseragaman Data	IV-25
4.2.2.3	Perhitungan Persentil	IV-34
4.2.2.4	Perancangan Alat	IV-37
4.2.3	Pengolahan Data Denyut Jantung Sebelum Perancangan	IV-42
4.2.4	Menentukan Waktu Baku Proses Sebelum Perancangan	IV-61
4.3	Pengolahan Data Setelah Perancangan	IV-68
4.3.1	Pengolahan Data OWAS Setelah Perancangan.....	IV-68
4.3.2	Pengolahan Data Denyut Jantung Setelah Perancangan.....	IV-73
4.3.3	Menentukan Waktu Baku Proses Setelah Perancangan.....	IV-94
4.4	Menentukan Produktivitas dari Tenaga Kerja Manusia.....	IV-92

BAB V ANALISA

5.1	Analisa Data Antropometri Alat Pembuatan Gerabah	V-1
5.2	Analisa Perbandingan Data OWAS	V-3
5.3	Analisa Perbandingan Konsumsi Energi.....	V-4
5.4	Analisa Perbandingan Waktu Kerja	V-4
5.5	Analisa Perbandingan Produktivitas	V-6

BAB VI PENUTUP

6.1	Kesimpulan	VI-1
6.2	Saran.....	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kecil di Indonesia biasanya bercorak *job shop*, adapun pengertian *job shop* yaitu pekerjaan yang didukung oleh permesinan/tenaga kerja yang multiguna, tidak spesifik. Ini bisa jadi disebabkan oleh terbatasnya modal untuk pengadaan peralatan produksinya, padahal di sisi lain permintaan biasanya tidak menentu dalam jumlah ataupun tipe produk yang diminta. Terdapat jenis produk yang diminta oleh konsumen menyebabkan para pengusaha yang bersangkutan hanya akan memilih peralatan produksi yang sifatnya serbaguna, tidak spesifik, sehingga lebih fleksibel tipe pengerjaan yang dapat dikenai dengan peralatan tersebut. Aktivitas seperti ini merupakan salah satu kajian ilmu ergonomi, yang berhubungan dengan kekuatan dan ketahanan fisik manusia dalam melakukan pekerjaannya (Murdapa, dkk., 2000).

Istilah ergonomis diambil dari kata *ergo* yaitu kerja dan *nomos* yaitu aturan, prinsip atau kaidah. Dimana secara definitif ergonomi adalah suatu ilmu yang secara sistematis memanfaatkan informasi tentang sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia guna merancang suatu sistem kerja yang baik dengan kondisi lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, efektif serta efisien (Suhardi, 2008).

Penerapan ergonomi yang mengupayakan agar pekerja selalu dalam kondisi sehat, aman, dan nyaman dalam proses kerja merupakan suatu yang penting untuk dilaksanakan dan sesegera mungkin harus diimplementasikan. Jika hal ini diabaikan, maka kualitas kesehatan pekerja diyakini akan terganggu bahkan bisa menimbulkan keluhan pada organ tubuhnya dan pada akhirnya akan menurunkan produktivitas kerja. Salah satu cara yang bisa ditempuh agar para pekerja yang berkecimpung di dalam kegiatan yang ada di industri kecil tetap dalam kondisi yang sehat, aman, nyaman, efektif dan efisien serta produktivitasnya tinggi maka diperlukan kaidah-kaidah ergonomi yang berbasis kearifan lokal di dalam melakukan kegiatan atau aktivitas di tempat kerja. Sebab

seandainya hal ini tidak dilakukan maka akan menimbulkan berbagai macam gangguan, kelainan dan penyakit yang terkait dengan sistem otot dan rangka, misalnya; (1) terganggunya mekanika tubuh manusia secara umum, (2) bisa terjadi luka atau cedera pada persendian, (3) *epimisiu* dan *perimisiu* otot bisa sobek, (4) rasa sakit pada vertebrae (tulang belakang) dan (5) terjadi deformitas atau degenerasi pada *diskus intervertebralis* (cakram atau piringan pada persendian tulang belakang). Dengan demikian kualitas kesehatan pekerja akan terancam yang pada akhirnya produktivitas kerja akan menurun (Sutajaya, 2011).

Ovako Work Posture Analysis System (OWAS) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisa sikap kerja sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan *musculoskeletal* pada saat bekerja. OWAS merupakan suatu metode untuk mengevaluasi dan menganalisa sikap kerja yang tidak nyaman dan berakibat pada cidera *musculoskeletal*. Bagian tubuh yang dianalisa metode ini meliputi pergerakan tubuh bagian punggung, bahu, kaki, dan berat beban yang dikerjakan oleh operator. Hasil analisis postur dalam bentuk kode angka yang kemudian diklasifikasikan kedalam kategori OWAS menganalisis postur seluruh tubuh namun tidak secara detail, faktor sudut yang dibentuk oleh postur pada aktivitas MMH tidak diperhatikan, pemakaian tenaga otot statik atau repetitif juga belum dianalisis. Hal tersebut merupakan kekurangan metode OWAS (E.Budiman, dkk., 2008).

Perusahaan yang baik adalah perusahaan yang benar-benar menjaga keselamatan dan kesehatan. Tenaga kerja yang sehat akan bekerja produktif, sehingga diharapkan produktivitas kerja karyawan meningkat yang dapat mendukung keberhasilan bisnis perusahaan dalam membangun dan membesarkan usahanya (Lestari, dkk., 2007).

CV. Nuansa Riau Asri adalah perusahaan yang bergerak di bidang penjualan bibit-bibit tanaman, bunga hias dan pembuatan gerabah serta celengan dari tanah liat. CV.Nuansa Riau Asri beralamatkan di Jl. Arifin Ahmad Pekanbaru,Riau. Perusahaan ini cukup cocok berada di pusat kota dan berada di komplek perusahaan atau penjual tanaman hias. Perusahaan ini dipimpin oleh satu orang pemimpin perusahaan dan 10 orang pegawai/pekerja. 8 (Delapan) dari 10 (Sepuluh) pekerja disini bekerja sebagai pengrajin gerabah, pengrajin gerabah

disini pekerjaan berstatus kerja borongan. Pemilik hanya memberi upah kerja sesuai borongan jenis pekerjaan atau sesuai permintaan pemilik.

Pembuatan gerabah dilakukan oleh para pekerja atau pengrajin. Pembuatan gerabah diperlukan keahlian tangan dalam mendisain model atau bentuk gerabah yang diinginkan. Setiap pengrajin biasanya mampu menyelesaikan sekitar 30-40 gerabah dalam sehari atau 9 jam kerja sesuai dengan ukuran gerabah yang akan dibuat. Para pekerja atau pengrajin gerabah di CV. Nuansa Riau Asri perlu diperhatikan dalam proses pekerjaannya, karena memiliki beban kerja yang cukup berat. Hal ini disebabkan karena pekerjaannya tidak memikirkan aspek ergonomi yaitu tidak adanya meja kerja untuk bekerja dalam pembuatan gerabah. Kondisi meja kerja yang tidak ergonomi berupa tidak sesuainya tinggi meja dan tinggi kursi, sehingga dapat membuat pekerja mengalami resiko cedera *musculoskeletal disorders* atau cedera pada bagian belakang tubuh bahkan bisa terjadinya cedera jika dilakukan secara terus menerus. Gambar 1.1 menjelaskan posisi kerja pada pembuatan gerabah dan Gambar 1.2 menjelaskan alat pembuat gerabah.



Gambar 1.1 Posisi Kerja Pada Pembuatan Gerabah
(Sumber : CV. Nuansa Riau Asri, 2012)



Gambar 1.2 Alat Pembuat Gerabah
(Sumber : CV. Nuansa Riau Asri, 2012)

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan, para pekerja mengeluhkan rasa lelah yang mereka alami. Para pekerja mengeluh rasa sakit pada bagian leher, punggung, kaki dan kedua tangan mereka. Hal ini disebabkan mereka melakukan pekerjaan secara manual dan tempat kerja dan alat kerja yang tidak ergonomi. Adapun keluhan rasa sakit yang dirasakan pekerja dapat dilihat dari Tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1.1 Persentase Keluhan Pekerja CV. Nuansa Riau Asri.

NO	JENIS KELUHAN	TINGKAT KELUHAN							
		Tidak sakit		Cukup Sakit		Sakit		Sangat Sakit	
		Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%
0	Sakit kaku di leher bagian atas	-	-	6	75	2	25	-	-
1	Sakit kaku di bagian leher bagian bawah	-	-	6	75	2	25	-	-
2	Sakit dibahu kiri	2	25	3	37,5	3	37,5	-	-
3	Sakit dibahu kanan	2	25	3	37,5	3	37,5	-	-
4	Sakit lengan atas kiri	-	-	6	75	2		-	-
5	Sakit dipunggung	-	-	-	-	2		6	75
6	Sakit lengan atas kanan	-	-	2	25	3	37,5	3	37,5
7	Sakit pada pinggang	-	-	-		3	37,5	5	62,5
8	Sakit pada bokong	-	-	-		3	37,5	5	62,5
9	Sakit pada pantat	-	-	-		4	50	4	50
10	Sakit pada siku kiri	1	12,5	5	62,5	2	25	-	-
11	Sakit pada siku kanan	1	12,5	5	62,5	2	25	-	-
12	Sakit lengan bawah kiri	-	-	5	62,5	3	37,5	-	-

Tabel 1.1 Persentase Keluhan Pekerja CV. Nuansa Riau Asri (lanjutan).

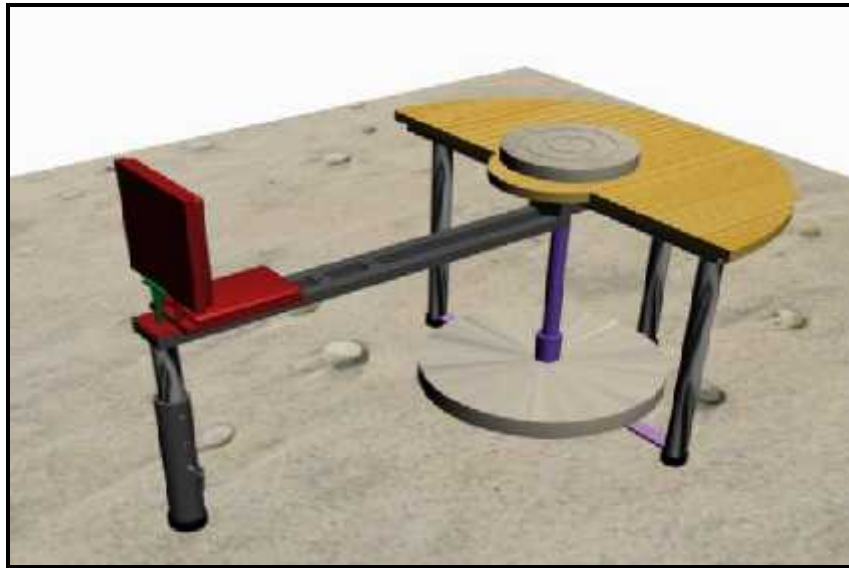
NO	JENIS KELUHAN	TINGKAT KELUHAN							
		Tidak sakit		Cukup Sakit		Sakit		Sangat Sakit	
13	Sakit lengan bawah kanan	-	-	5	62,5	3	37,5	-	-
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri	-	-	4	50	4	50	-	-
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan	-	-	4	50	4	50	-	-
16	Sakit pada tangan kiri	-	-	6	75	2	25	-	-
17	Sakit pada tangan kanan	-	-	6	75	2	25	-	-
18	Sakit pada paha kiri	-	-	-	-	7	87,5	1	12,5
19	Sakit pada paha kanan	-	-	-	-	7	87,5	1	12,5
20	Sakit pada lutut kiri	-	-	6	75	2	25	-	-
21	Sakit pada lutut kanan	-	-	6	75	2	25	-	-
22	Sakit pada betis kiri	-	-	1	12,5	6	75	1	12,5
23	Sakit pada betis kanan	-	-	1	12,5	6	75	1	12,5
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	-	-	1	12,5	5	62,5	2	25
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	-	-	1	12,5	5	62,5	2	25
26	Sakit pada kaki kiri	-	-	-	-	7	87,5	1	12,5
27	Sakit pada kaki kanan	-	-	-	-	7	87,5	1	12,5

(Sumber : Pekerja CV. Nuansa Riau Asri, 2012)

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari persentase keluhan pekerja dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yang disebarkan kepada pekerja, maka para pekerja mengeluh rasa lelah yang mereka alami. Adapun bagian tubuh yang dikeluhkan pekerja banyak terdapat di bagian punggung, bagian kaki, bagian tangan, dan bagian leher. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya meja kerja yang ergonomis dan posisi kerja yang salah.

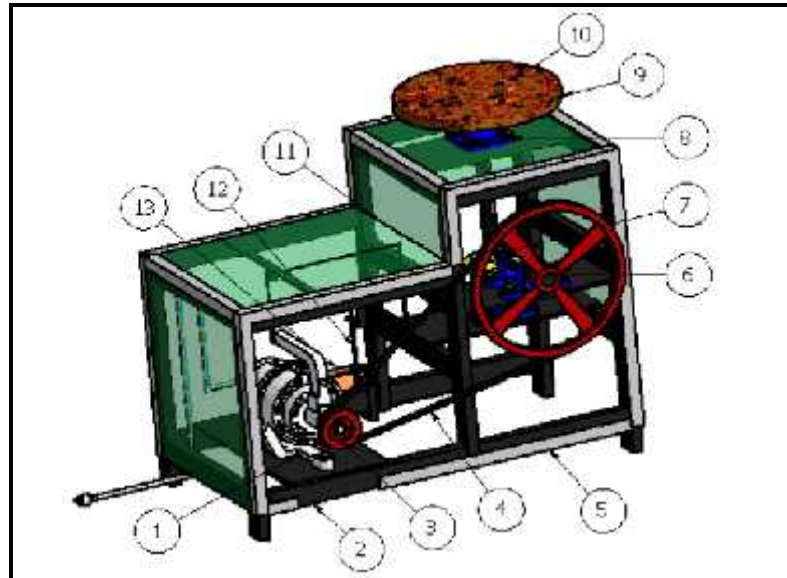
Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Hanafi, dkk., 2011) penelitiannya berupa perancangan ulang fasilitas kerja alat pembuat gerabah dengan mempertimbangkan aspek ergonomi. Alat yang dirancang sudah mempertimbangkan aspek ergonomi, keluhan pekerja dan penilaian postur kerja, tetapi masih ada kekurangan pada alat yang dirancang berupa tidak adanya meja untuk menampung tanah liat atau bahan baku sehingga pekerja masih membukuk dalam pengambilan bahan baku. Terdapat juga sistem kerja yang masih *manual* dengan menggunakan kaki secara terus menerus untuk memutar penggerak pada

pembuatan gerabah, sehingga masih bisa terjadi keluhan pekerja. Gambar 1.3 menjelaskan gambar hasil rancangan yang dilakukan oleh (Hanafi, dkk., 2011).



Gambar 1.3 Hasil Rancangan Penelitian (Hanafi, dkk., 2011).
(Sumber : Hanafi, dkk., 2011)

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Arisena, 2011) penelitiannya berupa perancangan mesin pemutar gerabah. Alat yang dirancang berupa mesin menggunakan motor listrik. Pada mesin pemutar gerabah yang dirancang ini tidak mempertimbangkan aspek ergonomi karena dapat dilihat pada alat tersebut. Tidak adanya meja untuk menampung bahan baku. Pekerja masih berdiri dan membukuk dalam proses pembuatan gerabah, sehingga masih terjadi keluhan pada pekerja pada pembuatan gerabah. Gambar 1.4 menjelaskan gambar hasil rancangan yang dilakukan oleh (Arisena, 2011).



Gambar 1.4 Hasil Rancangan Penelitian (Arisena, 2011).
(Sumber : Arisena, 2011)

Maka pada penelitian sekarang ini, penulis mencoba melakukan analisis dan membuat alat baru pada perancangan gerabah yang lebih ergonomi. alat pembuatan gerabah yang dihasilkan mempertimbangkan semua aspek ergonomi, sehingga nantinya alat ini dapat mengurangi keluhan dan mempermudah proses pekerjaan pada pekerja pembuatan gerabah di CV. Nuansa Riau Asri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan adanya permasalahan dari latar belakang yang diambil, maka rumusan masalah penelitian ini adalah “Bagaimana merancang ulang alat pembuat gerabah yang ergonomis ?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini yang nantinya diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pekerja atau pengrajin di CV. Nuansa Riau Asri. Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang ulang alat pembuat gerabah yang ergonomis di CV. Nuansa Riau Asri.

1.4 Batasan masalah

Agar penelitian ini mempunyai ruang lingkup yang lebih jelas dan menghindari pendapat yang berbeda maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada :

1. Data antropometri yang diteliti adalah diukur dari 8 pekerja lantai produksi yang bekerja sebagai pengrajin di CV. Nuansa Riau Asri diasumsikan tidak ada perubahan pekerja selama penelitian.
2. Analisa data menggunakan metode *Nordic Body Map* dan (*Ovako Work Posture Analysis System*) OWAS.
3. *Software* yang digunakan untuk pengolahan data adalah WinOWAS.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan nantinya, antara lain adalah:

1. Dapat mengetahui dan memperluas pandangan penulis sekaligus melakukan perbandingan antara ilmu yang diperoleh di bangku kuliah dengan keadaan yang sebenarnya.
2. Dapat menambah pengetahuan tentang sikap dan postur kerja yang benar dengan menggunakan metode OWAS dan menggunakan *software* WinOWAS dalam menganalisa postur kerja.
3. Memberikan solusi bagi perusahaan untuk perbaikan kondisi kerja dengan menggunakan alat kerja yang ergonomis agar lebih efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Perancangan ulang alat pembuatan gerabah yang ergonomis” dapat dilihat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, posisi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori yang mendukung permasalahan, sehingga peneliti memiliki dasar dalam melakukan penelitian dan dapat menyelesaikan masalah yang dibahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan dan menggambarkan langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini, dijabarkan semua data-data yang diperlukan dalam penelitian, baik itu data primer maupun data sekunder.

BAB V ANALISA

Bab ini memuat pembahasan terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data.

BAB VI PENUTUP

Menguraikan tentang kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian dan pembahasan serta mencoba memberikan saran-saran sebagai langkah untuk menyelesaikan masalah yang ada.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu kata “*ergon*” yang berarti kerja dan “*nomos*” yang berarti hukum alam. Dengan demikian Ergonomi adalah studi tentang aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain/perancangan. Pendekatan disiplin ilmu ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki performansi kerja manusia seperti ketepatan, keselamatan kerja disamping mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat dan mampu memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia (Sukania dan Sentosa, 2010).

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun ataupun rancang ulang. Hal ini meliputi perangkat keras seperti misalnya perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), platform, kursi, pegangan alat kerja (*workholders*), sistem pengendali (*control*), alat peraga (*display*), jalan lorong (*access ways*), pintu (*door*), jendela (*windows*) dan sebagainya. Ergonomi dapat berperan pula sebagai desain pekerjaan pada suatu organisasi, seperti dalam penentuan jumlah jam istirahat, pemilihan jadwal pergantian waktu kerja, meningkatkan variasi pekerjaan dan lain-lain. Ergonomi juga dapat berperan sebagai desain perangkat lunak karena dengan semakin banyaknya pekerjaan yang berkaitan erat dengan komputer. Disamping itu ergonomi juga dapat memberikan peran dalam peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja, seperti dalam mendesain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia, mendesain stasiun kerja untuk alat peraga visual (Nugroho, 2008).

Ergonomi sangat penting diterapkan dalam melakukan proses desain. Sehingga, jika dalam melakukan proses perancangan para desainer tidak menerapkan prinsip-prinsip ergonomi, maka dimungkinkan akan terjadi hal-hal sebagai berikut (Sari, 2011):

1. Menurunnya *output* produksi dan meningkatnya *loss time*.
2. Tingginya biaya medis yang harus disediakan.
3. Tingginya biaya *material*.
4. Meningkatnya ketidakhadiran karyawan dan rendahnya kualitas kerja.
5. Timbulnya rasa nyeri dan ketegangan pada karyawan.
6. Meningkatnya kemungkinan terjadinya kecelakaan dan kesalahan kerja.
7. Meningkatnya pergantian karyawan.

Sasaran dari ilmu ergonomi adalah meningkatkan prestasi kerja yang tinggi dalam kondisi aman, sehat, nyaman dan tentram. Aplikasi ilmu ergonomi digunakan untuk perancangan produk, meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja serta meningkatkan produktivitas kerja (Susanti, 2009).

2.2 Antropometri

Istilah Antropometri berasal dari kata “anthropos” yang berarti manusia dan “metron” yang berarti ukuran. Dengan demikian Antropometri memiliki arti telaah tentang ukuran tubuh manusia dan mengupayakan evaluasi untuk melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan gerakan-gerakan yang sederhana. Antropometri sangat penting untuk diperhatikan terutama dalam mendesain tempat kerja. Hal ini dikarenakan ukuran tubuh dan bentuk manusia yang mempunyai banyak variabilitas. Selain itu jenis kelamin, ras atau suku dan jenis pekerjaan juga mempengaruhi dalam perancangan (Sukania dan Sentosa, 2010).

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Maka menurut Nurmianto (2005) ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikan faktor-faktor tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ukuran tubuh manusia antara lain adalah (Suhardi, 2008).

1. Keacakan (*Random*)

Hal ini menjelaskan bahwa walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku atau bangsa, kelompok

usia dan pekerjaannya, namun masih akan ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat.

2. Suku Bangsa

Setiap suku bangsa akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya.

3. Jenis Kelamin

Dimensi ukuran tubuh laki-laki pada umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu seperti pinggul dan sebagainya.

4. Usia

Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahunan. Variansi ini digolongkan dalam beberapa kelompok yaitu balita, anak-anak, remaja, dewasa dan lanjut usia. Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak-anak. Antropometrinya akan terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun, setelah dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan untuk menurun.

5. Jenis Pekerjaan

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan. Misalnya, buruh dermaga harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

6. Pakaian

Tebal tipisnya pakaian yang dikenakan, dimana faktor iklim yang berbeda akan memberikan variasi berbeda-beda pula dalam bentuk rancangan dan spesifikasi pakaian. Dengan demikian dimensi tubuh orang pun akan berbeda dari satu tempat dengan tempat yang lainnya.

7. Faktor Kehamilan

Kondisi semacam ini akan mempengaruhi bentuk dan ukuran tubuh khususnya bagi perempuan. Hal tersebut jelas memerlukan perhatian khusus terhadap produk-produk yang dirancang bagi segmen seperti ini.

Data antropometri dapat dimanfaatkan untuk menetapkan dimensi ukuran produk yang akan dirancang dan disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia yang akan menggunakannya. Sehingga prinsip-prinsip apa yang harus diambil didalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu. Pada dasarnya ada dua prinsip umum dalam menggunakan data antropometri untuk proses perancangan. Perancangan untuk individu ekstrim prinsip ini digunakan apabila diharapkan fasilitas yang dirancang tersebut dapat dipakai dengan enak, nyaman, aman, sehat, efisien (ENASE) oleh sebagian besar orang-orang yang memakainya (biasanya minimal oleh 95 % pemakai), atau produk ini dirancang agar bisa memenuhi dua sasaran produk yaitu (Wignjosoebroto, 2008):

1. Bisa sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim, dalam artian terlalu besar atau terlalu kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
2. Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

Perancangan untuk individu ekstrim ini terdiri atas dua, yaitu:

a. Ekstrim atas

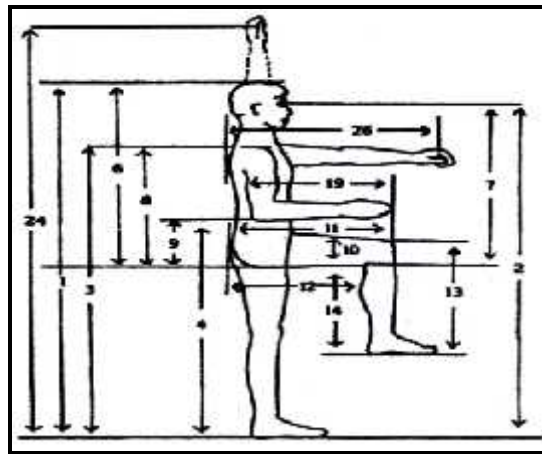
Perancangan dilakukan berdasarkan nilai persentil yang terbesar, seperti persentil 90%, persentil 95% atau persentil 99%. Contoh penggunaannya adalah pada penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi pintu darurat.

b. Ekstrim bawah

Perancangan dilakukan berdasarkan nilai persentil yang terkecil, seperti persentil 1%, persentil 5% atau persentil 10%. Contoh penggunaannya adalah pada penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja.

2.2.1 Dimensi Antropometri dan Pengukurannya

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya seperti faktor umur, jenis kelamin, suku, posisi tubuh. Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data antropometri agar bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka anggota tubuh yang perlu diukur dapat dilihat pada Gambar 2.1 yang ada dibawah ini:



Gambar 2.1 Dimensi Antropometri Tubuh Manusia yang Diperlukan untuk Perancangan Produk atau Fasilitas Kerja
(Sumber: Nurmianto, 2005)

Keterangan Gambar 2.1:

1. Tinggi badan tegak (Tbt), yaitu dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai dengan ujung kepala).
2. Tinggi mata berdiri (Tmb), yaitu tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
3. Tinggi bahu berdiri (Tbb), yaitu tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
4. Tinggi siku berdiri (Tsb), yaitu tinggi siku dalam posisi berdiri tegak.
5. Tkt, yaitu tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (tidak ditunjukkan dalam gambar).
6. Tinggi duduk tegak (Tdt), yaitu tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala).
7. Tinggi mata duduk (Tmd), yaitu tinggi mata dalam posisi duduk.
8. Tinggi bahu duduk (Tbd), yaitu tinggi bahu dalam posisi duduk.

9. Tinggi siku duduk (Tsd), yaitu tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).
10. Tebal paha (Tp), yaitu tebal atau lebar paha.
11. Pantat ke lutut (Pkl), yaitu panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut.
12. Pantat popliteal (Pp), yaitu panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut atau betis.
13. Tinggi lutut duduk (Tld), yaitu tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi popliteal (Tpo), yaitu tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan lutut bagian dalam.
15. Lebar bahu (Lb), yaitu lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk).
16. Lebar pinggul (Lp), yaitu lebar pinggul atau pantat.
17. Lebar sandaran duduk (Lsd), yaitu lebar dari punggung, jarak horizontal antara kedua tulang belikat.
18. Tinggi pinggang (Tpg).
19. Panjang lengan bawah (Plb), yaitu panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi tegak lurus.
20. Lebar kepala (Lkp).
21. Panjang tangan (Pt), yaitu panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.
23. Lebar tangan (Lt), yaitu lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar ke samping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
24. Tinggi jangkauan tangan tegak (Tjtt), yaitu tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus ke atas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan duduk (Tjtd), yaitu tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya No. 24, tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar).

26. Jangkauan tangan ke depan (Jtd), yaitu jarak jangkauan tangan yang terjulur ke depan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

2.2.2 Penerapan Data Antropometri dalam Perancangan Produk (Fasilitas Kerja)

Data antropometri dari anggota tubuh manusia sangat bermanfaat dalam melakukan perancangan produk atau fasilitas kerja yang sesuai dengan tubuh manusia (dari berbagai populasi). Karena populasi yang beragam, maka prinsip-prinsip yang harus diambil dalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti di bawah ini:

1. Perancangan fasilitas berdasarkan individu ekstrim

Prinsip ini digunakan apabila kita mengharapkan agar fasilitas yang dirancang tersebut dapat dipakai dengan enak dan nyaman oleh sebagian besar orang-orang yang akan memakainya. (Sutalaksana, 1979). Disini rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 (dua) sasaran produk, yaitu bisa sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim atas maupun ekstrim bawah. Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja akan menetapkan nilai persentil 5 untuk dimensi maksimum dan persentil 95 untuk dimensi minimumnya (Sutalaksana, 1979)

2. Perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan

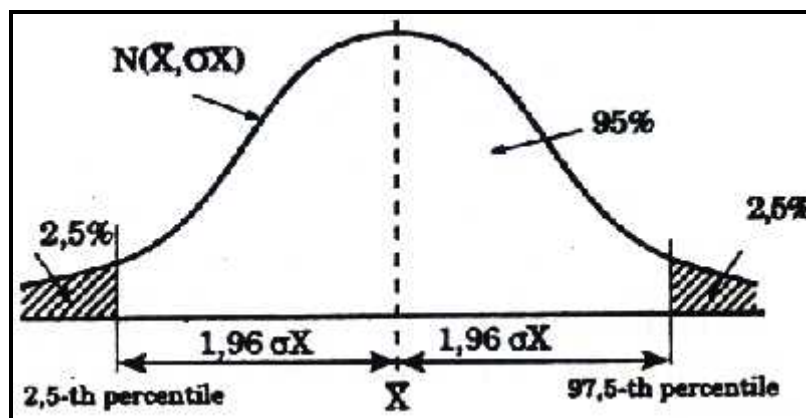
Prinsip ini digunakan untuk merancang suatu fasilitas agar fasilitas tersebut bisa menampung atau bisa dipakai dengan enak dan nyaman oleh semua orang yang mungkin memerlukannya (Sutalaksana, 1979). Disini rancangan bisa dirubah-ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel, maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai persentil 5 sampai dengan persentil 95 (Wignjosoebroto, 2005).

3. Perancangan fasilitas berdasarkan ukuran rata-rata

Prinsip ini hanya digunakan apabila perancangan berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan dan tidak layak jika kita menggunakan prinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan. Prinsip berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan bila lebih banyak rugi daripada untungnya, artinya hanya sebagian kecil dari orang-orang yang merasa enak dan nyaman ketika menggunakan fasilitas tersebut. Sedangkan jika fasilitas tersebut dirancang berdasarkan fasilitas yang bisa disesuaikan, tidak layak karena mahal biayanya (Sutalaksana, 1979).

2.3 Penggunaan Distribusi Normal

Penerapan data antropometri ini akan dapat dilakukan jika tersedia nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasinya dari suatu distribusi normal. Adapun distribusi normal ditandai dengan adanya nilai rata-rata (*mean*) dan SD (standar deviasi). Sedangkan persentil adalah suatu nilai yang menyatakan persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya 95% dari populasi adalah sama atau lebih rendah dari 95 persentil, dan 5% dari populasi berada sama dengan atau lebih rendah dari 5 persentil (Nurmianto, 2005).



Gambar 2.2 Kurva Distribusi Normal dengan Data Antropometri 95 Persentil
(Sumber: Nurmianto, 2005)

Untuk penetapan data antropometri ini, pemakaian distribusi normal akan umum diterapkan. Dalam statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (*mean*) dan simpangan standar dari data yang ada.

Dari nilai yang ada tersebut, maka "*percentiles*" dapat ditetapkan sesuai dengan tabel probabilitas distribusi normal. Dengan persentil, maka dimaksudkan disini adalah suatu nilai yang menunjukkan nilai persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh 95-th persentil akan menunjukkan 95% ppulasi yang berada pada atau dibawah pada ukuran tersebut, sedangkan 5-th persentil akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Seperti ditunjukan pada Tabel 2.1 dibawah ini (Wignjosoebroto, 2008).

Tabel 2.1 Persentil untuk Data Berdistribusi Normal

<i>Percentile</i>	Perhitungan
1 st	$X - 2,325 . SD$
2,5 th	$X - 1,96 . SD$
5 th	$X - 1,645 . SD$
10 th	$X - 1,28 . SD$
50 th	X
90 th	$X + 1,28 . SD$
95 th	$X + 1,645 . SD$
97,5 th	$X + 1,96 . SD$
99 th	$X + 2,325 . SD$

(Sumber: Nurmianto, 2005)

Dalam pokok bahasan antropometri, 95 persentil akan menggambarkan ukuran manusia yang berukuran besar, sedangkan 5 persentil sebaliknya akan menunjukkan ukuran manusia yang berukuran kecil. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka disini diambil rentang 2,5 dan 97,5 persentil adalah batas ruang yang dapat dipakai (Nurmianto, 2005). Adapun pendekatan dalam penggunaan data antropometri, adalah sebagai berikut:

1. Pilihlah standar deviasi yang sesuai untuk perancangan yang dimaksud.
2. Carilah data pada rata-rata dan distribusi dari dimensi yang dimaksud untuk populasi yang sesuai.
3. Pilihlah nilai persentil yang sesuai sebagai dasar perancangan.
4. Pilihlah jenis kelamin yang sesuai.

2.4 Pengujian Data

Pengujian data bertujuan untuk menentukan data anthropometri operator terhadap alat yang akan dirancang, dengan menguji kenormalan, keseragaman dan kecukupan data dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.4.1 Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data digunakan untuk mengetahui apakah suatu data berdistribusi normal atau tidak. Untuk uji kenormalan data digunakan distribusi Chi Hitung (X^2 σ), dengan rumus (Nugroho, 2008):

$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : O_i : Frekuensi pengamatan

E_i : Frekuensi harapan

Hipotesis : H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Keputusan : Chi_Square Hitung < Chi_ Tabel : H_0 diterima

Chi_ Square Hitung > Chi_ Tabel : H_0 ditolak, terima H_1

Chi_Tabel menggunakan tingkat signifikasi (α) = 5%, ini berarti dalam penelitian hanya diperbolehkan penyimpangan sebesar 5%.

2.4.2 Uji Keseragaman Data

Langkah-langkah perhitungan uji keseragaman data (Nugroho, 2008) :

1. Langkah pertama dalam uji keseragaman data yaitu menghitung besarnya rata-rata dari setiap hasil pengamatan, dengan persamaan 1 berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots(2)$$

2. Langkah kedua adalah menghitung standar deviasi dengan persamaan 2 berikut ini :

Standar deviasi : $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3)$

Dimana:

σ = Standar deviasi dari populasi

N = Banyaknya jumlah pengamatan

X = Data hasil pengukuran

3. Langkah ketiga adalah menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yang digunakan sebagai pembatas dibuangnya data ekstrim dengan menggunakan persamaan 3 dan 4 berikut :

$$\boxed{BKA = \bar{X} + k\sigma} \dots\dots\dots(4)$$

$$\boxed{BKB = \bar{X} - k\sigma} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

X = Rata-rata data hasil pengamatan

σ = Standar deviasi dari populasi

k = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga k adalah 1

Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga k adalah 2

Tingkat kepercayaan 96 % - 100 % harga k adalah 3

2.4.3 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini dilakukan bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan adalah cukup secara objektif. Idealnya pengukuran harus dilakukan dalam jumlah yang banyak, bahkan sampai jumlah yang tak terhingga, agar data hasil dari pengukuran itu layak untuk digunakan. Namun pengukuran dalam jumlah yang banyak sulit untuk dilakukan mengingat keterbatasan-keterbatasan yang ada baik dari segi waktu, biaya, tenaga dan sebagainya (Purnomo, 2004).

Pengujian kecukupan data ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$N' = \left[\frac{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

N' = jumlah pengukuran yang seharusnya dilaksanakan.

N = jumlah pengamatan yang dilakukan.

X = data antropometri untuk tiap-tiap individu pengamatan.

Apabila $N' < N$, maka dikatakan telah cukup. Namun, apabila $N' > N$, maka jumlah data belum cukup sehingga harus dilakukan penambahan data sebesar selisih antara N' dan N . Setelah itu dilakukan kembali pengujian kenormalan data, uji keseragaman data, dan uji kecukupan data.

2.5 *Nordic Body Map*

Nordic Body Map (NBM) merupakan metode yang dilakukan dengan menganalisis peta tubuh (NBM) yang ditunjukkan pada tiap bagian tubuh. Melalui NBM dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit. Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh (NBM) akan dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Metode ini dilakukan dengan memberikan penilaian subjektif pada pekerja (Wijaya, 2008).

Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh (NBM) akan dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Metode ini dilakukan dengan memberikan penilaian subjektif pada pekerja.

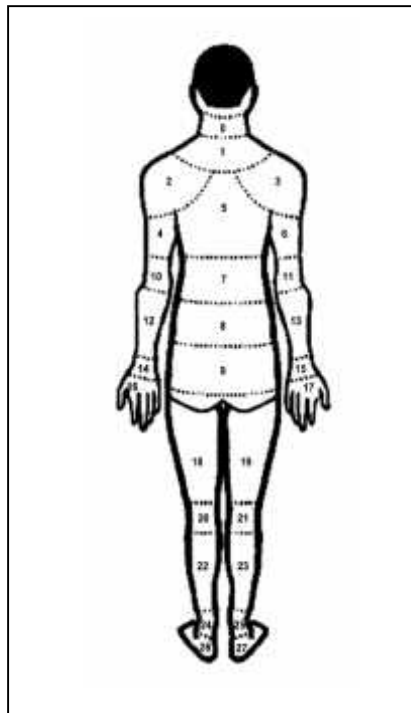
Tabel 2.2 Tabel keluhan *Nordic Body Map*

NO	JENIS KELUHAN	NO	JENIS KELUHAN
0	Sakit kaku di leher bagian atas	9	Sakit pada pantat
1	Sakit kaku dibagian leher Bagian bawah	10	Sakit pada siku kiri
2	Sakit dibahu kiri	11	Sakit pada siku kanan
3	Sakit dibahu kanan	12	Sakit lengan bawah kiri
4	Sakit lengan atas kiri	13	Sakit lengan bawah kanan
5	Sakit dipunggung	14	Sakit pada pergelangan tangan kiri

Tabel 2.2 Tabel keluhan *Nordic Body Map* (lanjutan)

NO	JENIS KELUHAN	NO	JENIS KELUHAN
6	Sakit lengan atas kanan	15	Sakit pada pergelangan tangan kanan
7	Sakit pada pinggang	16	Sakit pada tangan kiri
8	Sakit pada bokong	17	Sakit pada tangan kanan
18	Sakit pada paha kiri	23	Sakit pada betis kanan
19	Sakit pada paha kanan	24	Sakit pada pergelangan kaki kiri
20	Sakit pada lutut kiri	25	Sakit pada pergelangan kaki kanan
21	Sakit pada lutut kanan	26	Sakit pada kaki kiri
22	Sakit pada betis kiri	27	Sakit pada kaki kanan

Sumber : (Wijaya, 2008)



Gambar 2.3 *Nordic Body Map*

Sumber : (Wijaya, 2008)

2.6 Konsumsi Energi

Secara garis besar, kegiatan-kegiatan kerja manusia dapat digolongkan menjadi kerja fisik (otot) dan kerja mental (otak). Pemisahan ini tidak dapat dilakukan secara sempurna, karena terdapatnya hubungan yang erat antara satu dengan lainnya. Apabila dilihat dari energi yang dikeluarkan, kerja mental murni relatif lebih sedikit mengeluarkan energi dibandingkan kerja fisik (Nurmianto, 2005).

Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan pada fungsi alat-alat tubuh, yang dapat dideteksi melalui perubahan (Nurmianto, 2008) yaitu :

1. Konsumsi oksigen
2. Denyut jantung
3. Peredaran udara dalam paru-paru
4. Temperatur tubuh
5. Konsentrasi asam laktat dalam darah
6. Komposisi kimia dalam darah dan air seni
7. Tingkat penguapan, dan faktor lainnya

Kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu bekerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung (Nurmianto, 2008), yaitu dengan pengukuran :

1. Kecepatan denyut jantung
2. Konsumsi oksigen

Bilangan nadi atau denyut jantung merupakan pengubah yang penting dan pokok, baik dalam penelitian lapangan maupun dalam penelitian laboratorium. Dalam hal penentuan konsumsi energi, biasa digunakan parameter indeks kenaikan bilangan kecepatan denyut jantung. Indeks ini merupakan perbedaan antara kecepatan denyut jantung pada waktu kerja tertentu dengan kecepatan denyut jantung pada saat istirahat (Nurmianto, 2008).

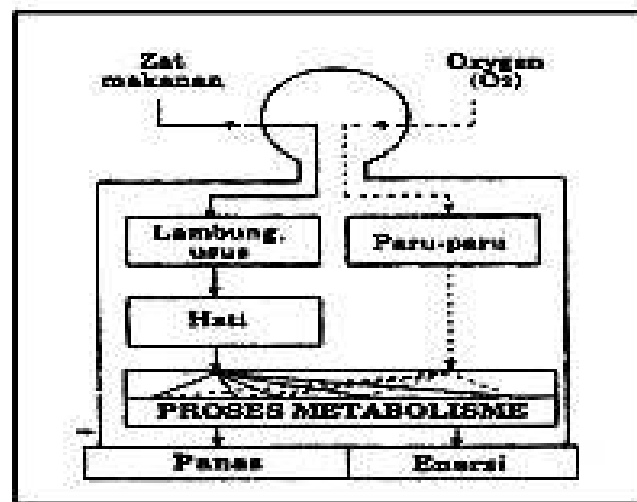
2.6.1 Proses Metabolisme

Proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh manusia merupakan *phase* yang penting sebagai penghasil energi yang diperlukan untuk kerja fisik. Proses metabolisme ini bisa dianalogikan dengan proses pembakaran yang kita jumpai dalam mesin motor bakar. Lewat proses metabolis akan dihasilkan panas dan energi yang diperlukan untuk kerja fisik atau mekanis lewat sistem otot manusia, disini zat-zat makanan akan bersenyawa dengan oksigen yang dihirup, terbakar dan menimbulkan panas serta energi mekanik (Wignjosoebroto, 2008).

Dalam *literature* ergonomi, besarnya energi yang dihasilkan atau dikonsumsi akan dinyatakan dalam unit satuan “kilo kalori atau Kcal” atau Kilo Joules (KJ)” bilamana akan dinyatakan dalam satuan *Standard Internasional* (SI), dimana Satu *Kilocalorie* (Kcal) = 4,2 kilojoules (KJ) Nilai konversi di atas akan dapat berguna bilamana nilai konsumsi energi diberikan dalam unit satuan “watt” (1 watt = 1 joule/detik).

Selanjutnya dalam fisiologi kerja, energi yang dikonsumsi seringkali bisa diukur secara langsung yaitu melalui konsumsi oksigen yang dihisap. Dalam hal ini konversi bisa dinyatakan dengan satu liter O₂ = 4,8 Kcal = 20 KJ

Gambar proses metabolisme dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Proses Motabolisme dalam Tubuh
(Sumber: Wignjosoebroto, 2008)

Dari nilai konversi tersebut tampak bahwa nilai kalori oksigen dari setiap liter oksigen yang dihirup akan menghasilkan energi rata-rata sebesar 4,8 Kcal atau 20 KJ. Istilah yang sering digunakan untuk mengkonversikan nilai 1 liter oksigen dengan energi yang dihasilkan oleh tubuh manusia adalah “nilai kalorifik dari oksigen”. Dari nilai konversi yang telah distandarkan tersebut, maka untuk mengetahui berapa konsumsi *energy* (Kcal) yang diperlukan untuk melaksanakan suatu kegiatan manual fisik dapat dicari dengan mengukur secara langsung *volume* oksigen (liter) yang dihirup manusia kemudian dikalikan dengan 4,8 Kcal energi.

Pengukuran detak atau denyut jantung nadi sangat sensitif terhadap temperatur dan tekanan emosi manusia, dan disisi lain pengukuran melalui konsumsi oksigen pada dasarnya tidak akan diukur. Dalam aktivitas penelitian tentang pengukuran energi fisik kerja, maka kedua metode ini yang paling sering diaplikasikan. Untuk pengukuran denyut nadi atau jantung, lagi pengukuran dilaksanakan pada saat setiap menit selama siklus kerja berlangsung dan 3 menit selama periode pemulihan (*recovery*). Sedangkan untuk pengukuran dilakukan terhadap *volume oksigen* yang dihisap permenit yang diambil 5 menit terakhir dari setiap siklus berlangsung (Wignjosoebroto, 2008).

Perlu diketahui konsumsi oksigen akan tetap diperlukan meskipun orang tidak melakukan aktivitas fisik. Kondisi seperti ini disebut energi kimiawi dari makanan hampir seluruhnya akan dipakai untuk menjaga panas badan, agar manusia bisa tetap hidup. Adanya kerja fisik akan menyebabkan penambahan energi. Kenaikan konsumsi energi untuk kerja atau metabolisme kerja dapat diformulasikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2008):

Konsumsi Energi Untuk kerja Fisik (Metabolisme Kerja)	=	Basal Metabolisme (Nilai Energi Saat Istirahat)	+	Niali Kalori kerja
--	---	--	---	-----------------------

Basal metabolisme seringkali juga disebut sebagai “metabolisme basal” besar atau kecilnya akan ditentukan oleh berat badan, tinggi dan jenis kelamin *s eks* seseorang. Sebagai acuan dasar, metabolisme untuk:

1. Laki-laki, dewasa, berat 70 Kg = 1,2 Kcal/menit atau sekitar 1.700 Kcal/24 jam.
 2. Wanita, dewasa, berat 60 Kg = 1 Kcal/menit atau sekitar 1.450 Kcal/24 jam.
- Untuk kegiatan-kegiatan yang memerlukan gerakan fisik anggota tubuh dalam klasifikasi ringan seperti berjalan, duduk, berdiri, berpakaian, dan lainnya maka memerlukan tambahan kalori kerja senilai 600-700 Kcal/24 jam atau total kebutuhan energi sebesar 2300-2400 Kcal/24 jam.

2.6.2 Standar untuk Energi Kerja

Dari hasil penelitian mengenai fisiologi kerja diperoleh kesimpulan bahwa 5,2 Kcal/menit akan dipertimbangkan sebagai maksimum energi yang dikonsumsi untuk melaksanakan kerja fisik berat atau kasar secara terus menerus. Nilai 5,2 Kcal/menit dapat pula dikonversikan dalam bentuk konsumsi oksigen:

$$5,2 = \frac{\text{Kcal}}{\text{Menit}} = \frac{5,2}{4,8} = 1,08 \frac{\text{Liter Oksigen}}{\text{Menit}} \dots\dots\dots(7)$$

$$\frac{\text{Tenaga}}{\text{days}} : 5,2 = \frac{\text{Kcal}}{\text{Menit}} = 5,2 \times 4,2 \frac{\text{KJ}}{\text{Menit}} = 21,84 \text{ KJ/menit} \dots\dots\dots(8)$$

$$21,48 \times \frac{1000}{60} = 364 \text{ wati} \dots\dots\dots(9)$$

Bilamana nilai metabolisme basal = 1,2 Kcal/menit maka energi yang dikonsumsi untuk kerja fisik berat adalah (5,2 - 1,2 = 4,0 Kcal/menit). Nilai kalori kerja 5,3 pada kondisi kerja standar ini akan menyebabkan jantung atau nadi akan berdetak sekitar 120 detik/menit. Nilai-nilai ini kemudian akan dipakai sebagai tolak ukur yang akan menggambarkan kondisi kerja standar. (Wignjosoebroto, 2008).

Kepastian energi yang mampu dihasilkan oleh seseorang juga akan dipengaruhi oleh faktor usia, disini kapasitas maksimum seorang pekerja adalah pada usia antara 20-30 tahun (100 %), dimana dengan meningkatnya usia, kemampuan tersebut juga akan menurun dengan persentase dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Persentase Kemampuan dengan Meningkatnya Usia

Umur (Tahun)	Presentase Kemampuan (%)
20-30	100%
40	96%
50	90%
60	80%
65	75%

(Sumber: Sritomo, 2008)

2.6.3 Pengukuran Denyut Jantung

Jantung merupakan alat yang sangat penting bagi pekerja. Alat tersebut merupakan pompa darah kepada otot, sehingga zat yang diperlukan dapat diberikan kepada dan zat-zat sampah dapat diambil dari otot. Jantung bekerja di luar kemampuan dan memiliki kemampuan secara khusus. Alat itu memompa darah arteri ke jaringan, termasuk otot, dan darah vena ke paru-paru. Suatu denyut jantung merupakan suatu *volume* denyutan (*stroke volume*).

Pengukuran denyut jantung adalah salah satu alat untuk mengetahui beban kerja. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain yaitu (Nurmianto, 2005):

1. Merasakan denyut yang ada pada arteri radial pada pergelangan tangan.
2. Mendengarkan denyut dengan *stethoscope*.
3. Menggunakan ECG (*Electrocardiogram*) yaitu mengukur signal elektrik yang diukur dari otot jantung pada permukaan kulit.

Derajat beratnya beban kerja tidak hanya tergantung pada jumlah kalori yang dikonsumsi, akan tetapi juga bergantung pada jumlah otot yang terlibat pada pembebanan statis. Sejumlah konsumsi energi tersebut akan lebih berat jika hanya ditunjang oleh sejumlah kecil otot relatif terhadap sejumlah besar otot. Begitu juga untuk konsumsi energi dapat juga untuk menganalisa pembebanan otot statis dan dinamis.

Jumlah denyut jantung merupakan petunjuk besar-kecilnya beban kerja. Pada pekerjaan sangat ringan denyut jantung <75 *pulse*/menit, pekerjaan ringan diantara 75-100 *pulse*/menit, agak berat 100-125 *pulse*/menit, berat 125-150 *pulse*/menit, sangat berat 150-175 *pulse*/menit dan luar biasa berat lebih dari 175 *pulse*/menit. Maksimal denyut nadi orang muda adalah 200 *pulse*/menit. Sedangkan yang berusia 40 tahun ke atas 170 *pulse*/menit. Jantung yang sehat dalam 15 menit sesudah kerja akan bekerja normal kembali seperti semula. Beban kerja ini menentukan berapa lama seseorang dapat bekerja sesuai dengan kapasitas kerjanya. Semakin besar beban, semakin pendek waktu seseorang dapat bekerja tanpa kelelahan atau gangguan (Nurmianto, 2005).

Adapun hubungan antara metabolisme, respirasi, energi expenditure dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja ditunjukkan pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.4 Hubungan Antara Metabolisme, Respirasi, Energi Expenditure dan Denyut Jantung sebagai Media Pengukur Beban Kerja

<i>Assesment Of Work Load</i>	<i>Oxygen Consumption Liters/min</i>	<i>Lung Ventilation Liters/min</i>	<i>Energi Expenditure Calories/minute</i>	<i>Heart Rate Pulses/mins</i>
“Very low” (resting)	0,25-0,3	6-7	<2,5	60-70
“Low”	0,5-1	11-20	2,5-5,0	75-100
“Moderate”	1-1,5	20-31	5,0-7,5	100-25
“High”	1,5-2	31-43	7,5-10,0	125-150
“Very High”	2-2,5	43-56	10,0-12,5	150-175
“Extremly High” (e.g sport)	2,4-4	60-100	> 12,5	>175

2.7 Menetapkan Waktu Baku

2.7.1 Penyesuaian Waktu dengan *Performance Rating Kerja*

Performance rating adalah aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi terhadap kecepatan kerja operator. Dengan melakukan *rating* ini diharapkan waktu kerja yang diukur dapat dinormalkan kembali. Ketidak normalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh kerja operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan faktor penyesuaian atau *rating* (Nugroho, 2008).

2.7.2 Menetapkan Waktu Kelonggaran

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Walaupun demikian pada prakteknya kita akan melihat bahwa tidaklah bisa diharapkan operator tersebut akan mampu bekerja secara terus-menerus sepanjang hari tanpa adanya interupsi sama sekali. Disini kenyataannya operator akan sering

menghentikan kerja dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat melepas lelah, dan alasan-alasan lain yang diluar kontrolnya. Waktu longgar yang dibutuhkan dan akan menginterupsi proses produksi ini bisa diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance* (Nugroho, 2008).

2.7.3 Menghitung Waktu Siklus

Untuk mengetahui waktu baku dari suatu elemen kerja maka terlebih dahulu harus diketahui waktu siklus dan waktu normal dari suatu elemen kerja (Nugroho, A.W., 2008). Waktu siklus dapat dihitung dengan persamaan 8 berikut:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \dots\dots\dots(10)$$

2.7.4 Menghitung Waktu Normal

Waktu normal merupakan hasil perkalian antara waktu siklus dengan *performance rating* yang telah ditetapkan. Nilai *performance rating* diperoleh berdasarkan tabel *westing house* meliputi ketrampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), kekonsistensian (*consistency*) dari operator dalam melakukan kerja. Apabila operator bekerja terlalu lambat maka nilai ratingnya $p < 1$, dan apabila operator bekerja terlalu cepat maka nilai ratingnya $p > 1$ (Nugroho, 2008).

Adapun waktu normal dapat dihitung dengan persamaan 9 berikut:

$$W_n = W_s \times PR \dots\dots\dots(11)$$

2.7.5 Menghitung Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada sistem yang terbaik pada saat itu. Nilai *allowance* berdasarkan tabel penyesuaian *westing house* dengan melihat kondisi tempat kerja yang ada (Nugroho, 2008). Adapun waktu baku dapat dihitung dengan persamaan 10 berikut:

$$\boxed{\text{Waktu Baku (Wb)} = W_n \times \left(\frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}} \right)} \dots\dots\dots(12)$$

2.7.6 Menghitung *Output* Standar

Output standar adalah sejumlah *output* atau keluaran yang seharusnya dihasilkan dari seorang pekerja dengan kemampuan rata-rata (Nugroho, 2008). Untuk mengetahui jumlah *output* standar dapat dapat dihitung dengan persamaan 11 berikut :

$$\boxed{\text{Output Standar (OS)} = \frac{1}{Wb}} \dots\dots\dots(13)$$

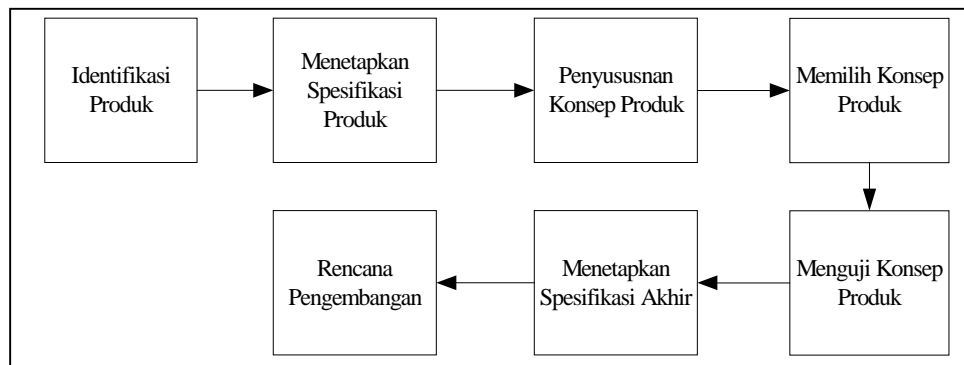
2.8 Perancangan Produk

Produk adalah keluaran (*output*) yang diperoleh dari sebuah proses produksi dan merupakan pertambahan nilai dari bahan baku dan merupakan komoditi yang dijual perusahaan kepada konsumen. Konsep produk adalah sebuah gambaran atau perkiraan mengenai teknologi, prinsip kerja dan bentuk produk yang akan dikembangkan. Biasanya disajikan ke dalam gambar berbentuk 3 dimensi dengan uraian setiap komponen (Widodo, 2005).

Perancangan dan pengembangan produk adalah semua proses yang berhubungan dengan keberadaan produk yang meliputi segala aktivitas yang dimulai dari identifikasi keinginan konsumen sampai fabrikasi, penjualan dan *delivery* dari produk. Melalui perancangan dan pengembangan produk, diharapkan akan dihasilkan inovasi produk baru yang mampu memberikan keunggulan tertentu di dalam mengatasi persaingan dengan produk kompetitor (Widodo, 2005).

Proses perancangan dan pengembangan produk pada hakikatnya merupakan langkah-langkah strategis yang akan mempengaruhi segala langkah manajemen yang diambil dan merupakan proses yang sangat kompleks sehingga memerlukan cara berpikir yang komprehensif dengan melibatkan berbagai macam disiplin ilmu (Widodo, 2005). Proses pengembangan perancangan konsep produk mencakup kegiatan-kegiatan sebagai berikut (Widodo, 2005):

- a. Identifikasi produk
Memahami kekurangan dan kelemahan yang terdapat pada produk sebelumnya dan melakukan perbaikan terhadap produk tersebut.
- b. Penetapan spesifikasi target
Spesifikasi memberikan uraian yang tepat mengenai bagaimana produk bekerja dan merupakan terjemahan dari identifikasi produk.
- c. Penyusunan konsep
Sasaran penyusunan konsep adalah menggali konsep-konsep produk yang mungkin sesuai dengan kebutuhan pelanggan yang mencakup gabungan dari penelitian eksternal, proses pemecahan masalah secara kreatif.
- d. Pemilihan konsep
Pemilihan konsep merupakan kegiatan dimana berbagai konsep dianalisis dan secara berturut-turut dieliminasi untuk mengidentifikasi konsep yang paling menjanjikan.
- e. Pemodelan dan pembuatan *prototype*
Setiap tahapan dalam proses pengembangan konsep melibatkan banyak bentuk model dan *prototype*.
- f. Pengujian konsep
Satu atau lebih konsep diuji untuk mengetahui apakah kebutuhan pelanggan telah terpenuhi, memperkirakan potensi pasar dari produk dan mengidentifikasi beberapa kelemahan yang harus diperbaiki selama proses perkembangan selanjutnya.
- g. Penentuan spesifikasi akhir
Spesifikasi yang telah ditentukan diawal proses ditinjau kembali setelah proses dipilih dan diuji.
- h. Perencanaan proyek
Pada kegiatan akhir pengembangan konsep ini, tim membuat suatu jadwal pengembangan secara rinci, menentukan strategi untuk meminimasi waktu pengembangan dan mengidentifikasi sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan proyek.



Gambar 2.5 Tahap Proses Pengembangan Perancangan Konsep Produk
(Sumber: Widodo, 2005)

2.9 Produktivitas Kerja

2.9.1 Sejarah Produktivitas

Istilah produktifitas muncul pertama kali pada tahun 1766 dalam suatu makalah yang disusun oleh sarjana ekonomi prancis bernama Quesnay. Satu abad kemudian tepatnya pada tahun 1883, Littre mendefinisikan produktifitas sebagai “kemampuan untuk memproduksi”. Kemudian pada abad ke-19 dikenal difinisi tersebut lebih spesifik, yang mengatakan bahwa produktifitas sebagai “Hubungan antar keluarga dari sumber yang digunakan untuk menghasilkan keluaran tersebut”. Tetapi menurut Walter Aigner, filosofi dan spirit tentang produktifitas sudah ada sejak peradaban manusia kerna makna produktifitas adalah “keinginan” (*the will*) dan “upaya” (*Effort*) manusia untuk selalu meningkatkan kualitas kehidupan dan penghidupan disegala bidang. Jadi dalam pengertian yang filosofis, produktifitas adalah sikap (mental) manusia untuk membuat hari esok lebih baik dari hari sekarang dan membuat hari ini lebih baik dari hari kemarin (Sutiyono, 2006).

2.9.2 Konsep dan Definisi Produktivitas

Produktivitas sering diartikan sebagai ukuran, sampai sejauh mana sumber-sumber sebagai masukan sistem produksi dikelola sedemikian rupa untuk mencapai hasil atau keluaran kuantitas tertentu. Seperti yang dikemukakan oleh Komplain, bahwa produktivitas merupakan konsepsi sistem, dimana konsep produktivitas dalam wujudnya diekpresikan sebagai rasio yang mereflesikan

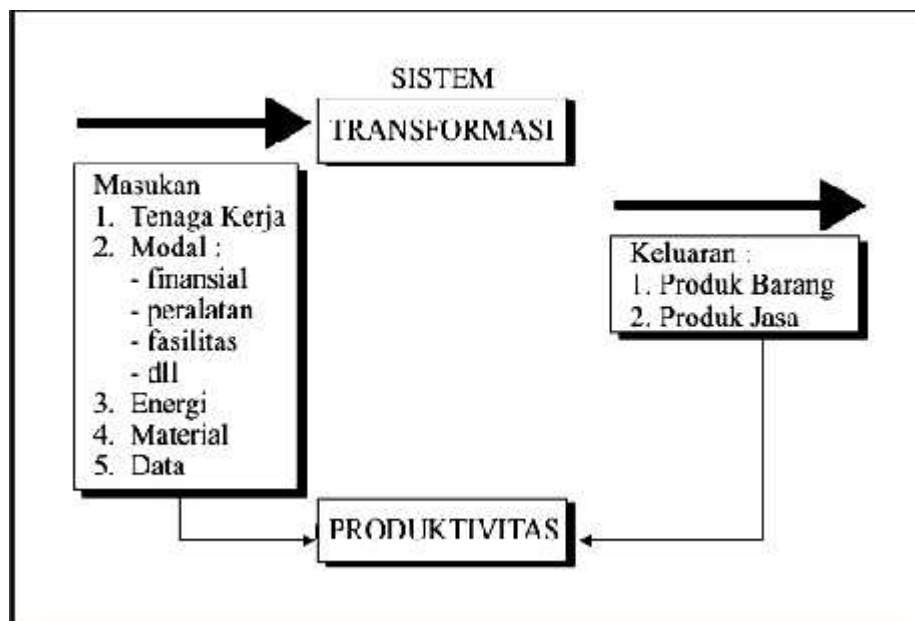
bagaimana memanfaatkan sumber daya yang ada secara efisien untuk menghasilkan keluaran (Purnomo, 2004).

Sedangkan Gordon K.C Chen mendefinisikan produktivitas sebagai rasio antara *output* yang dihasilkan per unit dari sumber daya yang dikonsumsi dalam suatu proses sistem produksi. Dari pengertian diatas secara umum produktivitas dapat diartikan sebagai rasio atau perbandingan antara jumlah *output* dengan jumlah *input* (Purnomo, 2004).

Konsep produktivitas seperti disebutkan diatas sangat terkait dengan pengertian efisiensi dan efektivitas kerja. Suatu industri dikatakan mempunyai produktivitas yang tinggi jika dapat memanfaatkan sumber daya secara efektif dan efisien. Dalam hal ini efisien dapat diartikan sebagai usaha pengelolaan sumber daya yang maksimal, sedangkan efektif lebih ditekankan pada pencapaian hasil atau *output*. Jadi pengertian produktivitas dapat dikatakan sebagai perpaduan antara efisiensi dan efektivitas (Purnomo, 2004).

Sumber daya sebagai masukan dalam sistem produksi terdiri dari tenaga kerja, modal, *financial*, *energy*, bahan baku dan data dalam sistem produksi *input* tersebut diubah menjadi keluaran yang berupa produk dan jasa.

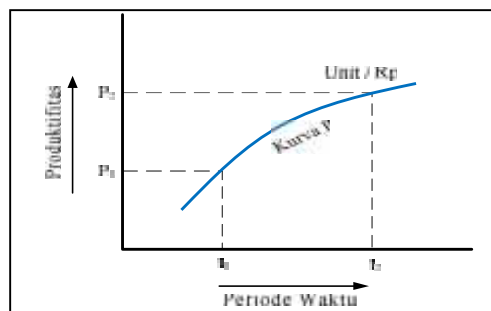
Konsep produktivitas secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.6 seperti yang terlihat dibawah (Purnomo, 2004).



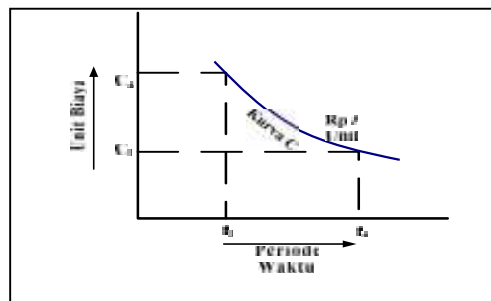
Gambar 2.6 Konsep Produktivitas (Sumber : Purnomo, 2004)

Kesadaran akan peningkatan produktivitas semakin meningkat karena adanya suatu keyakinan bahwa perbaikan produktivitas akan memberikan kontribusi positif dalam perbaikan ekonomi. Pandangan bahwa kehidupan hari ini harus lebih baik dari kehidupan hari kemarin dan kehidupan hari esok harus lebih dari hari ini, merupakan suatu pandangan yang memberi dorongan pemikiran ke arah produktivitas (Suhardi, 2008).

Manfaat positif yang bisa dicapai dengan terjadinya peningkatan produktivitas dari suatu aktivitas produksi. Maka agar bisa memberikan suatu ilustrasi yang jelas bagi pembaca atau penulis dicantumkan Gambar 2.7-2.8:



Gambar 2.7 Peningkatan Produktivitas
(Sumber: Suhardi, 2008)



Gambar 2.8 Kurva Penurunan Biaya
(Sumber: Suhardi, 2008)

Umumnya keluaran dari suatu industri sulit diukur secara kualitatif. Dalam pengukuran produktivitas biasanya selalu dihubungkan dengan keluaran secara fisik, yaitu produk akhir yang dihasilkan. Produk disini bisa terdiri dari bermacam-macam tipe dan ukuran, teristimewa dijumpai dalam suatu industri yang bersifat *job order*. Demikian pula proses yang dipakai dalam industri

umumnya terdiri dari bermacam-macam proses produksi yang berbeda satu dengan yang lainnya (Nugroho, 2008).

Untuk mengukur produktivitas kerja dari tenaga kerja manusia, operator mesin, dapat diformulasikan (Nugroho, 2008) sebagai berikut:

$$\frac{\text{Produktivitas}}{\text{Tenaga Kerja}} = \frac{\text{Output 2} - \text{Output 1}}{\sum \text{Output 1}} \times 100\% \dots\dots\dots(14)$$

Disini produktivitas dari tenaga kerja ditunjukkan sebagai rasio dari jumlah keluaran yang dihasilkan per total tenaga kerja yang jam manusia (*man-hours*), yaitu jam kerja yang dipakai untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Tenaga kerja yang dipekerjakan dapat terdiri dari tenaga kerja langsung ataupun tidak langsung. Selanjutnya bisa dinyatakan bahwa seseorang telah bekerja dengan produktif jikalau ia telah menunjukkan *output* kerja yang paling tidak telah mencapai suatu ketentuan minimal. Ketentuan ini didasarkan atas besarnya keluaran yang dihasilkan secara normal dalam jangka waktu yang layak. Dari uraian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa disini terdapat dua unsur yang bisa dimasukkan sebagai kriteria produktivitas (Nugroho, 2008), yaitu:

1. Besar kecilnya keluaran yang dihasilkan
2. Waktu kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan

2.9.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja, baik faktor *external* maupun faktor *internal*, yang termasuk faktor *internal* diantaranya adalah segala sumber daya yang ada dalam sistem, organisasi dan manajemen, kepemimpinan dan juga teknologi. Sedangkan faktor *external* pasar dari produk-produk atau jasa (Purnomo, 2004).

Secara garis besar produktivitas kerja akan dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor teknis dan faktor sumber daya manusia (Tenaga kerja).

1. Faktor Teknis

Berkaitan dengan penggunaan sumber daya (selain sumber daya manusia) dalam suatu proses produksi yang bertujuan untuk mencapai tingkat produksi yang lebih baik. Termasuk disini adalah penggunaan fasilitas produksi yang

lebih modern, penerapan metode kerja yang lebih efektif dan efisien. Pada perusahaan-perusahaan yang berorientasi pada modal yang mengandalkan pada penggunaan fasilitas produksi yang lebih modern, faktor teknis ini sangat berpengaruh terhadap usaha perbaikan produktivitas.

2. Faktor Manusia

Selain faktor teknis, faktor lain yang tidak kalah pentingnya yaitu faktor manusia itu sendiri. Pada bidang-bidang tertentu dimana pengaruh perkembangan kemampuan teknologi relatif kecil, sedangkan manusia sebagai unsur utama dan penentu justru lebih besar peranannya dalam sistem produksi, maka usaha perbaikan produktivitas akan lebih ditekankan pada unsur manusia.

Dua faktor tersebut pada dasarnya mempunyai peranan yang masing-masing tidak dapat diabaikan. Penggunaan peralatan yang terus menerus diperbaharui akan banyak membantu dalam usaha perbaikan tingkat produktivitas. Namun untuk bidang-bidang kerja tertentu justru berakibat sebaliknya. Produktivitas yang diharapkan naik justru mengalami penurunan. Hal ini bisa terjadi karena perbaikan alat yang lebih modern namun tidak didukung dengan kemampuan manusia dalam pengoperasiannya, maka hanya akan memberikan tambahan masukan saja (Purnomo, 2004).

2.10 Metode Analisis Postur Kerja OWAS

Perkembangan OWAS dimulai pada tahun tujuh puluhan di perusahaan *Ovako Oy Finlandia* (sekarang *Fundia Wire*). Metode ini dikembangkan oleh Karhu dan kawan-kawannya di Laboratorium Kesehatan Buruh Finlandia (*Institute of Occupational Health*). Lembaga ini mengkaji tentang pengaruh sikap kerja terhadap gangguan kesehatan seperti sakit pada punggung, leher, bahu, kaki, lengan dan rematik. Penelitian tersebut memfokuskan hubungan antara postur kerja dengan berat beban (Suhardi, 2008).

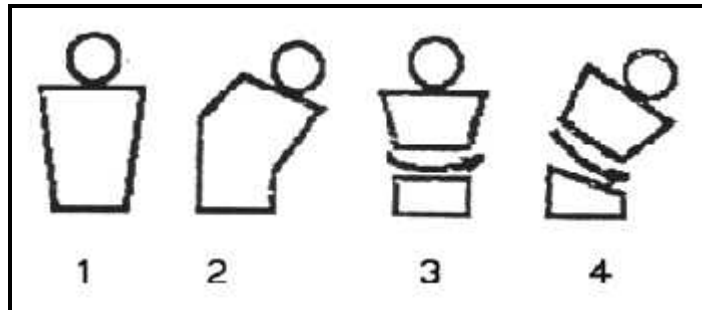
Pada kurun waktu 1977 Karhu Dkk memperkenalkan metode ini untuk pertama kalinya. Pengenalan pertama terbatas pada aspek klasifikasi postur kerja. Kemudian Stofert menyempurnakan metode OWAS melalui disertasinya pada

tahun 1985. Penyempurnaan ini telah memasukan aspek evaluasi analisa secara detail (Suhardi, 2008).

Metode OWAS mengkodekan sikap kerja pada bagian punggung, tangan, kaki dan berat beban. Masing-masing bagian memiliki klasifikasi sendiri-sendiri. Metode ini cepat dalam mengidentifikasi sikap kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja yang menjadi perhatian dari metode ini adalah sistem *musculoskeletal* manusia. Postur dasar OWAS disusun dengan kode yang terdiri empat digit, dimana disusun secara berurutan mulai dari punggung, lengan, kaki dan berat beban yang diangkat ketika melakukan penanganan material secara manual. Berikut ini adalah klasifikasi sikap bagian tubuh yang diamati untuk dianalisa dan dievaluasi (Suhardi, 2008) :

A. Sikap Punggung

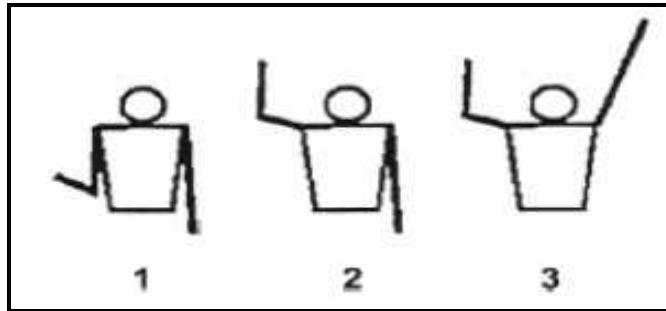
1. Lurus
2. Membungkuk
3. Memutar atau miring kesamping
4. Membungkuk dan memutar atau membungkuk kedepan dan menyamping



Gambar 2.9 Klasifikasi Sikap Kerja Bagian Punggung
(Sumber : Suhardi, 2008)

B. Sikap Lengan

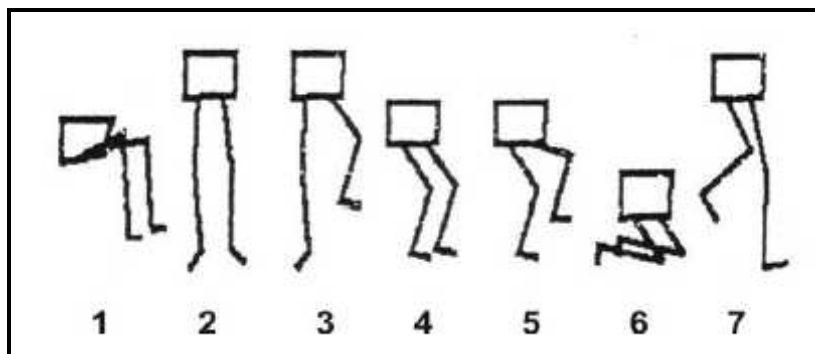
1. Kedua lengan berada dibawah bahu
2. Satu lengan berada pada atau diatas bahu
3. Kedua lengan pada atau diatas bahu



Gambar 2.10 Klasifikasi Sikap Kerja Bagian Lengan
(Sumber : Suhardi, 2008)

C. Sikap Kaki

1. Duduk
2. Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus
3. Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus
4. Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk
5. Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk
6. Berlutut pada satu atau kedua lutut
7. Berjalan



Gambar 2.11 Klasifikasi Sikap Kerja Bagian Kaki
(Sumber : Suhardi, 2008)

D. Berat Beban

1. Berat beban adalah kurang dari 10 Kg ($W < 10 \text{ Kg}$)
2. Berat beban adalah 10 Kg – 20 Kg ($10 \text{ Kg} < W \leq 20 \text{ Kg}$)
3. Berat beban adalah lebih besar dari 20 Kg ($W > 20 \text{ Kg}$)

Dibawah ini adalah perihal penjelasan tentang klasifikasi sikap agar membedakan sikap masing-masing klasifikasi (Suhardi, 2008) :

1. Sikap Punggung

- Membungkuk

Penilaian sikap kerja diklasifikasikan membungkuk jika terjadi sudut yang terbentuk pada punggung minimal sebesar 20° atau lebih. Begitu pula sebaliknya jika perubahan sudut kurang dari 20° , maka dinilai tidak membungkuk. Adapun posisi leher dan kaki tidak termasuk dalam penilaian batang tubuh (punggung).

2. Sikap Lengan

- Yang dimaksud sebagai lengan adalah dari lengan atas sampai tangan.
- Penilaian terhadap posisi lengan yang perlu diperhatikan adalah posisi tangan.

3. Sikap Kaki

- Duduk

Pada sikap ini adalah duduk dikursi dan semacamnya.

- Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus

Pada sikap ini adalah kedua kaki dalam posisi lurus / tidak bengkok dimana beban tubuh menumpu kedua kaki.

- Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus

Pada sikap ini adalah beban tubuh bertumpu pada satu kaki lurus (menggunakan satu pusat gravitasi lurus), dan satu kaki yang lain dalam keadaan menggantung (tidak menyentuh lantai). Dalam hal ini kaki yang menggantung untuk menyeimbangkan tubuh dan bila jari kaki menyentuh lantai termasuk sikap ini.

- Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk

Pada sikap ini adalah keadaan postur setengah duduk yang telah umum diketahui yaitu keadaan lutut ditekuk dan beban tubuh bertumpu pada kedua kaki.

- Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk
Pada sikap ini dalam keadaan berat tubuh bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk (menggunakan pusat gravitasi pada satu kaki dengan lutut ditekuk).
- Berlutut pada satu atau kedua lutut
Ada sikap ini dalam keadaan satu atau kedua lutut menempel pada lantai.
- Berjalan
Pada sikap ini adalah gerakan kaki yang dilakukan termasuk gerakan kedepan, belakang, menyamping dan naik turun tangga.

4. Berat beban

Dalam hal ini yang membedakan adalah berat beban yang diterima dalam satuan kilogram (Kg). Berat beban yang diangkat lebih kecil atau sama dengan 10 Kg ($W = 10 \text{ Kg}$), lebih besar dari 10 Kg dan lebih kecil atau sama dengan 20 Kg ($10 \text{ Kg} < W = 20 \text{ Kg}$), lebih besar dari 20 Kg ($W > 20 \text{ Kg}$).

Hasil dari analisa postur kerja OWAS terdiri dari empat level skala sikap kerja yang berbahaya bagi para pekerja.

a. Kategori 1

Pada sikap ini tidak ada masalah pada system *muskuloskeletal* (tidak berbahaya). Tidak perlu ada perbaikan.

b. Kategori 2

Pada sikap ini berbahaya pada sistem *musculoskeletal* (postur kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang signifikan). Perlu perbaikan dimasa yang akan datang.

c. Kategori 3

Pada sikap ini berbahaya pada sistem *musculoskeletal* (postur kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang sangat signifikan). Perlu perbaikan segera mungkin.

d. Kategori 4

Pada sikap ini sangat berbahaya pada system *muskuloskeletal* (postur kerja ini mengakibatkan resiko yang jelas). Perlu perbaikan secara langsung / saat ini juga.

Berikut ini merupakan tabel kategori tindakan kerja OWAS secara keseluruhan, berdasarkan kombinasi klasifikasi sikap dari punggung, lengan, kaki dan berat beban (Suhardi, 2008).

Tabel 2.5 Kategori Tindakan Kerja OWAS

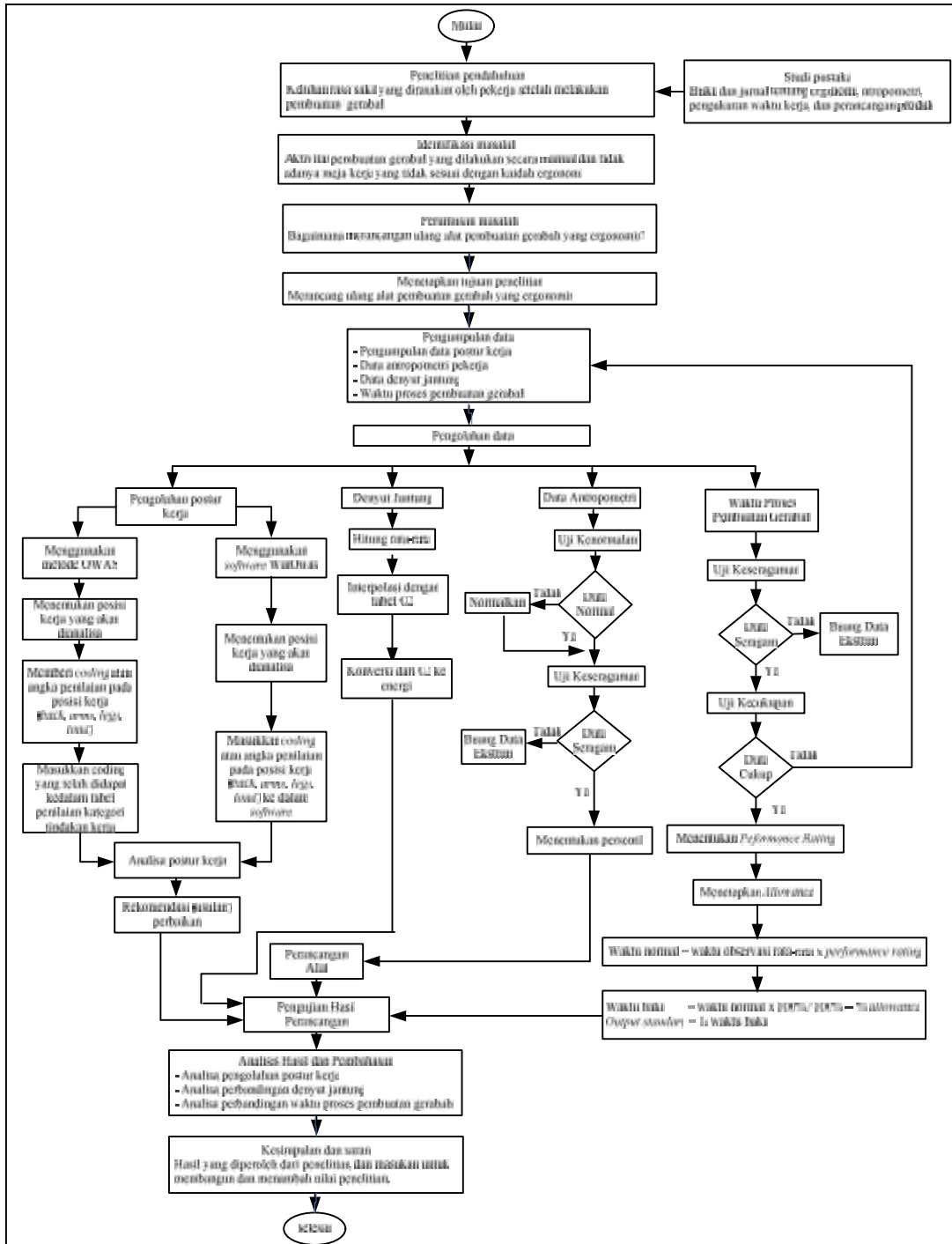
Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Load
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	4	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

(Sumber : Suhardi, 2008)

Tabel 2.4 menjelaskan mengenai klasifikasi postur-postur kerja ke dalam kategori tindakan. Sebagai contoh postur kerja dengan kode 2131, maka postur kerja ini merupakan postur kerja dengan kategori tindakan dengan derajat perbaikan level 4, yaitu pada sikap ini berbahaya bagi sistem *musculoskeletal* (sikap kerja ini mengakibatkan resiko yang jelas). Perlu perbaikan secara langsung atau saat ini (Suhardi, 2008).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian menguraikan seluruh kegiatan yang dilaksanakan selama penelitian berlangsung dari awal proses penelitian sampai akhir penelitian.



Gambar 3.1 Flow Chart Metodologi Penelitian

3.1 Studi Pendahuluan

Langkah awal yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah melakukan studi pendahuluan. Studi pendahuluan dilakukan di CV. Nuansa Riau Asri yang menjadi objek penelitian. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui gejala permasalahan yang ada. Adapun studi pendahuluan yang dilakukan yaitu:

1. Melakukan wawancara kepada pemilik dan pekerja CV. Nuansa Riau Asri.
2. Menyebarkan kuisioner tentang keluhan rasa sakit pada anggota tubuh setelah selesai bekerja dengan menggunakan *Nordic Body Map* (NBM).

Dari studi pendahuluan yang dilakukan, diketahui bahwa permasalahan pada pekerja CV. Nuansa Riau Asri, yaitu adanya kelelahan dan keluhan-keluhan rasa sakit pada anggota tubuh yang dirasakan oleh pekerja setelah bekerja. Selain itu juga terdapat masalah yaitu pada proses pembuatan gerabah, dimana pada proses pembuatan gerabah ini masih dilakukan secara *manual* dan tidak adanya alat yang ergonomis.

3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh informasi pendukung dan teori-teori yang berkaitan dalam pemecahan permasalahan yang ditemukan di CV. Nuansa Riau Asri yang menjadi objek penelitian. Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan informasi-informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan tugas akhir. Jenis literatur yang digunakan sebagai acuan yang mendukung teori antara lain buku-buku dan karya ilmiah seperti jurnal-jurnal yang berhubungan dengan ergonomi, antropometri, pengukuran waktu kerja dan perancangan.

3.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penelitian pendahuluan diketahui bahwa permasalahan di CV. Nuansa Riau Asri adanya beberapa keluhan yang dirasakan oleh pekerja setelah bekerja seperti kelelahan dan keluhan-keluhan rasa sakit pada anggota tubuh yang dirasakan oleh pekerja setelah bekerja. Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan mengidentifikasi, bahwa penyebab dari permasalahan tersebut yaitu pada aktivitas pembuatan gerabah yang dilakukan secara *manual* dan tidak adanya

alat, sikap atau posisi tubuh yang kurang baik dalam bekerja dan dilakukan secara berulang-ulang yang tidak sesuai dengan kaidah ergonomi.

3.4 Perumusan Masalah

Perumusan masalah bertujuan agar peneliti maupun pengguna hasil penelitian mempunyai persepsi yang sama terhadap penelitian yang dihasilkan. Rumusan masalah berisi pertanyaan-pertanyaan yang nantinya akan terjawab ketika penelitian selesai. Berdasarkan observasi yang dilakukan dan adanya keluhan dari pekerja terhadap pekerjaan yang tidak ergonomis, maka rumusan masalahnya adalah “Bagaimana merancang ulang alat pembuat gerabah yang ergonomis?”.

3.5 Menetapkan Tujuan penelitian

Penetapan tujuan penelitian merupakan suatu target yang ingin dicapai dalam upaya menjawab segala permasalahan yang sedang dihadapi atau diteliti. Dalam suatu penelitian perlu ditetapkan suatu tujuan yang jelas, nyata dan terukur. Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang ulang alat pembuatan gerabah yang ergonomis dengan mengevaluasi posisi atau sikap kerja operator agar tercipta posisi yang ergonomis dalam pembuatan gerabah di CV. Nuansa Riau Asri.

3.6 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan untuk membatasi bahasan-bahasan yang tidak dikaji dalam penelitian ini. Adapun bahasan pada penelitian ini, berfokus pada perancangan alat pembuatan gerabah dengan pendekatan kaidah ergonomi. Adapun batasan masalahnya adalah data antropometri yang diteliti yaitu 8 orang pekerja yang bekerja CV. Nuansa Riau Asri, tetap menggunakan alat kerja yaitu meja putar sebagai alat utama pembuatan gerabah, dan menggunakan metode *Nordic Body Map* dan (*Ovako Work Posture Analysis System*) OWAS serta perancangan alat pembuatan gerabah yang dihasilkan tidak memperhitungkan analisa biaya.

3.7 Pengumpulan Data

Setelah tujuan penelitian ditetapkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data. Data merupakan fakta-fakta ataupun angka-angka. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.

1. Data primer

Data ini adalah data yang langsung diperoleh dari sumbernya melalui pengamatan dan pencatatan langsung yaitu dengan cara wawancara, penyebaran kuisioner, pengukuran dimensi tubuh pekerja, dan melakukan pengukuran postur kerja pekerja untuk mengetahui klasifikasi postur kerja berdasarkan metode OWAS serta data dari keluhan pekerja (*Nordic Body Map*) pada aktivitas proses pembuatan gerabah dan cara kerja proses pembuatan gerabah.

2. Data sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah observasi dan wawancara dengan pekerja di bekerja CV. Nuansa Riau Asri. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data ukuran cetakan meja putar sebagai alat utama pembuatan gerabah dan cara kerja proses pembuatan gerabah.

3. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data, yaitu:

a. Metode *Interview* dan penyebaran kuesioner

Pengumpulan data dengan cara tanya jawab dengan operator, perusahaan, mengenai obyek penelitian dan data-data lain yang dibutuhkan.

b. Metode Observasi

Pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung pada obyek penelitian

3.8 Pengolahan Data

3.8.1 Pengolahan Data dengan Metode Owas

1. Proses *Coding Postures*

Proses *Coding Postures* adalah proses menterjemahkan postur kerja dari hasil perekaman sesuai dengan postur kerja menurut kode empat digit. Kode tersebut meliputi postur tubuh bagian punggung, lengan, kaki dan berat beban. Berikut Tabel 3.1 kode postur kerja menurut metode OWAS.

Tabel 3.1. Kode Postur Kerja Menurut Metode OWAS

Punggung	
Kode	Postur Punggung
1	Lurus
2	Bungkuk kedepan atau kebelakang
3	Memutar atau miring ke samping
4	Bungkuk dan memutar atau bungkuk kedepan dan menyamping
Lengan	
Kode	Postur Tangan
1	Kedua lengan berada di bawah bahu
2	Satu lengan berada pada atau di atas bahu
3	Kedua lengan berada pada atau di atas bahu
Kaki	
Kode	Postur Kaki
1	Duduk
2	Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus
3	Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus
4	Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan posisi kedua lutut ditekuk
5	Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk
6	Berlutut pada satu atau kedua lutut
7	Berjalan
Beban Kerja	
Kode	Berat Beban
1	$W \leq 10 \text{ Kg}$
2	$10 \text{ Kg} < W \leq 20 \text{ Kg}$
3	$W > 20 \text{ Kg}$

2. Pengolahan Data Metode Owas

Proses selanjutnya setelah dilakukan pengkodean yaitu proses pengolahan data. Hasil dari tahap pengkodean postur kerja yang berupa kode postur kerja dimasukkan kedalam Tabel 3.2 Kategori penilaian tindakan kerja OWAS.

Tabel 3.2 Kategori Penilaian Tindakan Kerja OWAS

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Load
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Tabel 3.2 menjelaskan mengenai klasifikasi postur-postur kerja ke dalam kategori tindakan. Sebagai contoh postur kerja dengan kode 2152, maka postur kerja ini merupakan postur kerja dengan kategori tindakan dengan derajat perbaikan level 3, yaitu pada sikap ini berbahaya bagi sistem *musculoskeletal* (sikap kerja ini mengakibatkan resiko yang jelas). Perlu perbaikan secara langsung secepatnya.

Sedangkan pada pengolahan dengan menggunakan *software*, peneliti cukup memasukkan penilaian dari postur yang telah di tentukan langsung pada *software* tersebut, dengan menggunakan *software* ini peneliti dapat melakukan analisa setiap bagian tubuh pekerja berdasarkan metode owas baik secara keseluruhan postur tubuh yang di teliti maupun satu per satu.

3.8.2 Pengolahan Data Antropometri

Setelah dilakukan pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data antropometri untuk mengetahui ukuran-ukuran yang digunakan dalam merancang alat pembuatan gerabah di CV. Nuansa Riau Asri. Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengolahan data antropometri adalah sebagai berikut:

1. Uji kenormalan data

Pada penelitian ini uji kenormalan data digunakan *software SPSS for Windows 12.0*. yaitu dengan melihat *chi_tabel* dan *chi _square*. Untuk menghitung *chi_tabel* tingkat ketelitian yang digunakan adalah 5% , dan tingkat keyakinan sebesar 95%. Hal ini berarti sekurang-kurangnya 95 dari 100 data yang diambil memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5 %.

2. Uji keseragaman data

Pada penelitian ini uji keseragaman dilakukan dengan melihat peta kontrol yang diolah melalui program excel. Dimana menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95% untuk menentukan nilai BKA (batas kontrol atas) dan BKB (batas kontrol bawah). Hal ini berarti sekurang-kurangnya 95 dari 100 data yang diambil memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5 %.

3. Penentuan persentil

Penggunaan persentil dalam perancangan sangat mempengaruhi rancangan alat bantu yang akan dirancang. Apakah alat bantu yang dirancang dapat digunakan oleh 95% penggunanya atau tidak ditentukan oleh persentil yang digunakan oleh perancang. Perhitungan persentil pada penelitian ini menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%.

3.8.3 Pengolahan Data Perhitungan Konsumsi Energi

Melakukan pengolahan data denyut jantung operator sebelum dan sesudah bekerja untuk mengetahui beban kerja yang diterima operator sesudah dan sebelum perancangan alat, kerna denyut jantung merupakan petunjuk besar kecilnya beban kerja.

3.8.4 Pengolahan Data Waktu Proses Pembuatan Gerabah

Melakukan pengolahan data waktu baku proses pembuatan gerabah sebelum dan sesudah perancangan. Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

1. Uji Keseragaman Data Waktu Proses Pembuatan Gerabah

Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan menghitung BKA (batas kontrol atas) dan BKB (batas kontrol bawah). Apabila terdapat data yang keluar dari batas kontrol, maka data tersebut tidak digunakan dalam perhitungan.

2. Uji Kecukupan Data Waktu Proses Pembuatan Gerabah

Uji kecukupan data ini digunakan untuk mengetahui cukup atau tidaknya data hasil pengamatan yang telah terkumpul. Jika $N' \leq N$ maka data mencukupi. Sebaliknya, jika $N' > N$ maka harus dilakukan pengamatan kembali sampai data tercukupi.

3. Menentukan *Performance Rating*.

Performance Rating bertujuan untuk menormalkan waktu kerja yang disebabkan oleh ketidakwajaran operator dalam bekerja. Metode yang digunakan untuk menentukan *performance rating* dalam penelitian ini adalah metode *Westinghouse*.

4. Menetapkan Kelonggaran (*Allowance*)

Terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan faktor kelonggaran (*allowance*) seperti kebutuhan pribadi (*personal need*), menghilangkan rasa kelelahan (*fatigue*), dan hambatan-hambatan yang tak terhindarkan (*delay*).

5. Perhitungan Waktu Normal

Melakukan perhitungan waktu normal untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar.

6. Perhitungan Waktu Baku.

Perhitungan waktu baku bertujuan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya yang dikerjakan dalam sistem kerja terbaik saat itu.

7. Perhitungan Output Standart.

Menghitung *Output* standart untuk mengetahui jumlah produk yang dihasilkan dengan dasar dari perhitungan waktu baku

3.9 Perancangan Alat Pembuatan Gerabah

Setelah didapatkan data ukuran antropometri dimensi tubuh pekerja, langkah selanjutnya yaitu melakukan perancangan sesuai dengan data-data antropometri dan data postur kerja tersebut serta berpedoman dengan kaidah ergonomi.

3.10 Pengujian Hasil Perancangan

Tahap selanjutnya adalah menguji hasil perancangan yang dilakukan pada aktivitas pembuatan gerabah di CV.Nuansa Riau Asri. Pada tahap uji hasil perancangan ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan keluhan rasa sakit dan produktivitas setelah menggunakan alat rancangan.

3.11 Analisis Hasil

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan, maka selanjutnya kita dapat menganalisa lebih mendalam dari hasil pengolahan data. Analisa tersebut akan mengarahkan pada tujuan penelitian dan akan menjawab pertanyaan pada perumusan masalah. Analisa hasil data pada penelitian ini adalah tentang perancangan alat pembuatan gerabah.

3.12 Penutup

Hasil akhir dari suatu penelitian adalah sebuah kesimpulan, yang akan menjelaskan secara ringkas hasil dari penelitian. Kesimpulan yang dibuat harus sesuai dengan tujuan, yang artinya tujuan dari sebuah penelitian dapat tergambar dan diukur dari kesimpulan yang diuraikan. Sedangkan saran merupakan masukan-masukan yang penulis berikan kepada CV. Nuansa Riau Asri untuk memperbaiki sistem kerja CV. Nuansa Riau Asri tersebut.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam perancangan alat pembuatan gerabah. Untuk merancang alat pembuat gerabah dibutuhkan data antropometri. Karena alat pembuatan gerabah dirancang untuk pekerja di CV. Nuansa Riau Asri, maka data antropometri yang digunakan adalah data antropometri pekerja CV. Nuansa Riau Asri.

4.1.1 Alat Pembuat Gerabah

Pembuatan gerabah dilakukan dengan mencetak tanah liat menggunakan alat pembuatan gerabah yang terbuat dari kayu atau batu. Alat ini digunakan dengan cara diputar 360⁰ secara manual menggunakan gerakan tangan dan kaki terus menerus selama gerabah sampai terbentuk. Hal ini merupakan pekerjaan yang membutuhkan tenaga yang cukup besar dari pekerjanya, jika dilakukan secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan kelelahan pada bagian tubuh. Gambar alat yang digunakan dalam proses pembuatan gerabah dapat dilihat dari Gambar 1.2 (Hal I-4).

4.1.2 Posisi Kerja Saat Pembuatan Gerabah

Pada proses pembuatan gerabah pekerja membutuhkan waktu sekitar 5-10 menit dalam satu kali pembuatan gerabah, membuat gerabah bisa mencapai 30-40 gerabah selama satu hari. Posisi kerja pada pembuatan gerabah dilakukan dengan duduk dengan hampir membungkuk secara terus menerus. Hal ini membuat pekerja mengalami rasa nyeri pada tangan, punggung, kaki dan rasa letih karena lamanya waktu dan banyaknya yang diperlukan untuk membuat gerabah. Posisi kerja pada pembuatan gerabah dapat dilihat pada Gambar 1.2 (Hal I-3).

4.1.3 Data OWAS (*Ovako Work Posture Analysis System*)

Pengambilan data Owas dilakukan dengan cara mengambil dokumentasi pekerjaan dalam pembuatan gerabah. Pengambilan dokumentasi posisi kerja atau postur kerja selama pembuatan gerabah dibutuhkan untuk menganalisa posisi kerja sudah benar atau nantinya akan dilakukan perbaikan. Posisi kerja pembuatan gerabah dapat dilihat pada Gambar 1.2 (Hal I-3).

4.1.4 Data Antropometri

Data antropometri yang digunakan dalam pembuatan gerabah antara lain :

1. Tinggi badan duduk (Tbd) Tbd adalah tinggi bahu dalam posisi duduk.
2. Tinggi lutut duduk (Tld) Tld adalah tinggi lutut dalam posisi berdirinya ataupun duduk.
3. Pantat popliteal (Pp) Pp adalah panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut atau betis.
4. Tinggi popliteal (Tpo) Tpo adalah yaitu tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan lutut bagian dalam.
5. Jangkauan tangan ke depan (Jtd) Jtd adalah jarak jangkauan tangan yang terjulur ke depan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.
6. Lebar sandaran duduk (Lsd) Lsd adalah lebar dari punggung, jarak horizontal antara kedua tulang belikat.

4.1.5 Data Denyut Jantung Sebelum Perancangan

Data denyut jantung diperoleh pada saat sebelum dan setelah pekerja melakukan pekerjaannya dengan mengukur perhitungan langsung denyut nadi atau denyut jantung pada setiap pekerja.

Data denyut jantung setiap pekerja pembuatan gerabah sebelum perancangan pada saat sebelum bekerja dan sesudah dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Data Denyut Jantung Sebelum dan Sesudah Bekerja Seluruh Pekerja
Sebelum Perancangan

Produk	Pekerja 1		Pekerja 2		Pekerja 3		Pekerja 4	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	77	84	72	85	70	81	79	85
2	80	89	80	93	74	85	78	84
3	82	91	82	91	75	86	79	86
4	84	94	85	97	77	88	80	89
5	79	88	84	96	80	92	80	90
6	80	90	85	94	76	88	81	90
7	81	91	83	94	76	87	83	94
8	82	93	85	95	77	89	85	95
9	85	98	87	99	80	93	81	93
10	80	92	86	99	81	95	80	92
11	78	86	83	92	83	93	80	91
12	79	87	84	93	85	99	79	89
13	80	92	84	95	84	97	79	90
14	81	90	85	96	86	98	78	89
15	80	91	84	94	83	94	80	91
16	82	95	85	96	85	95	87	96
17	79	87	86	98	87	96	84	94
18	80	91	87	98	84	94	85	95
19	80	92	83	94	83	92	86	96
20	82	93	82	91	83	91	84	95

Sumber : Denyut Jantung Seluruh Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Tabel 4.1 Data Denyut Jantung Sebelum dan Sesudah Bekerja Seluruh Pekerja
Sebelum Perancangan (lanjutan)

Produk	Pekerja 5		Pekerja 6		Pekerja 7		Pekerja 8	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	75	81	73	80	74	84	76	85
2	77	86	75	82	75	85	79	87
3	82	91	75	86	79	89	82	91
4	85	97	77	88	81	89	84	94
5	84	96	80	92	80	90	80	88
6	85	94	76	88	81	90	80	90
7	83	94	76	87	83	94	81	91
8	85	95	77	89	85	95	82	93
9	87	99	80	93	81	93	85	98
10	86	99	81	95	80	92	80	92
11	83	92	83	93	80	91	78	86
12	84	93	86	99	79	89	79	87
13	84	95	84	97	79	90	80	92
14	85	96	86	98	78	89	81	90
15	84	94	83	94	80	91	80	91
16	85	96	85	95	87	96	82	95
17	86	98	87	96	84	94	79	87
18	87	98	84	94	85	94	82	91
19	83	94	82	92	86	96	80	92
20	81	89	81	91	85	95	81	93

Sumber : Denyut Jantung Seluruh Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

4.1.6 Data Waktu Kerja

Pengumpulan data waktu pembuatan gerabah dilakukan dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) karena jenis pekerjaan yang dilakukan adalah kontinyu. Adapun data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Data Waktu Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

Pekerja Produk	1	2	3	4	5	6	7	8
1	6,53	6,56	7,03	7,01	6,58	7,03	7,02	6,59
2	6,45	6,58	7,02	7,01	6,55	7,01	7,01	6,55
3	7	7,02	7,02	6,58	7,02	6,57	7,03	6,53
4	6,41	7,03	6,59	6,59	7,02	6,57	6,55	7,03
5	7,01	7,01	6,59	7,01	7,01	6,5	6,56	7,02
6	6,58	6,57	6,55	7,02	6,55	6,48	7,02	7,01
7	6,55	6,57	6,53	7,03	6,53	6,52	6,55	6,58
8	7,02	7	7,03	7,02	7,03	6,51	6,57	6,59
9	7,02	7	7,02	6,55	7,02	6,56	6,54	7,01
10	7,01	7,01	7,01	6,57	7,01	6,59	6,55	7,02
11	6,59	7,02	7	6,54	7	6,55	7	7
12	6,45	7,01	7	6,55	7	6,53	7	7,03
13	6,5	7,03	6,54	6,59	7,01	7,03	6,5	7,01
14	6,48	6,55	6,56	7,01	7,02	7,02	6,48	6,57
15	6,52	6,56	6,57	7	7	6,56	6,52	6,57
16	6,51	6,59	6,55	7	7	6,57	6,51	7,02
17	6,56	6,59	6,55	7,01	6,59	6,55	6,56	7,01
18	6,57	7,01	6,59	7,02	6,59	6,55	6,48	7,03
19	6,49	7,02	6,58	7	7,01	6,59	6,52	6,55
20	6,49	7,01	6,57	7	7,02	7	6,51	6,56

Sumber : Waktu Kerja Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

4.1.7 Data Penyesuaian dan Kelonggaran

4.1.7.1 Data Penyesuaian

Faktor-faktor penyesuaian yang digunakan untuk menentukan *performance rating* adalah metode *Westing house* yang meliputi keterampilan (*Skill*), usaha (*Effort*), kondisi kerja (*Condition*) dan konsistensi (*Consistency*). Pada penelitian ini faktor penyesuaian ditentukan dengan melihat keterampilan pekerja yang memiliki tingkat keterampilan berkategori *Good skill*, kemudian

usaha yang dilakukan oleh pekerja dalam bekerja berkategori *Good effort* yaitu pekerja memiliki usaha yang baik dalam bekerja. Adapun pemberian kategori faktor penyesuaian dengan metode *westing house* pada penelitian di CV. Nuansa Riau Asri salah satunya adalah sebagai berikut:

1. Keterampilan (*skill*): *Good skill* C1 (+ 0,06), karena pekerja selama melakukan pekerjaannya dapat melakukan gerakan kerja yang stabil dan tidak ragu-ragu.
2. Usaha (*effort*): Usaha (*effort*): *Good effort* C2 (+ 0,02), karena pekerja melakukan pekerjaan dengan sungguh-sungguh dan melakukannya dengan rasa senang hati.
3. Kondisi kerja (*condition*) : *fair* E (-0,03), karena kondisi tempat kerja kecil atau sempit dan pada lantai sedikit licin karena berlantai tanah.
4. Konsistensi (*consistency*): *Average* D (0,00) karena pekerja dapat bekerja dengan waktu kerja yang hampir sama dari setiap waktu kerja yang dilakukannya.

4.1.7.2 Data Kelonggaran

Terdapat 3 hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan kelonggaran (*allowance*) yaitu kebutuhan pribadi (*personal allowance*), melepaskan lelah (*fatigue allowance*), dan hambatan-hambatan yang tak terhindarkan (*delay allowance*). Pada penelitian ini nilai *allowance* yang diberikan sesuai dengan tabel penyesuaian dengan menilai besarnya tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan pada mata, keadaan temperatur tempat kerja, keadaan atmosfer tempat kerja, dan keadaan lingkungan tempat kerja. Berdasarkan metode *westing house* tingkat *allowance* adalah sebagai berikut:

1. Tenaga yang dikeluarkan
2. Sikap kerja
3. Gerakan kerja
4. Kelelahan mata

5. Keadaan temperatur tempat kerja
6. Keadaan atmosfer
7. Keadaan lingkungan yang baik

4.2 Pengolahan Data Sebelum Perancangan

Adapun data-data yang diolah sebelum dilakukannya perancangan yaitu pengolahan data OWAS, pengolahan data denyut jantung untuk fisiologi kerja dan konsumsi energi, data antropometri dan data pengukuran waktu kerja.

4.2.1 Pengolahan Data OWAS Sebelum Perancangan

1. Pengkategorian Postur Kerja Menggunakan Tabel OWAS

Pengolahan data menggunakan metode OWAS yaitu dengan memberikan kode (angka) pada setiap sikap kerja pada bagian punggung, tangan, kaki dan berat beban. Kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori fase kerja serta beban yang diangkat, postur tubuh dianalisa dan kemudian diberi nilai atau proses pengkodean untuk diklasifikasikan. Berikut ini adalah tabel pengkodean/penilaian analisis postur kerja dengan menggunakan metode OWAS, serta tabel kategori penilaian.

Tabel 4.3 Penilaian Analisis Postur Kerja

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Load
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Tabel 4.4 Kategori Penilaian Metode OWAS

Nilai Kategori	Aksi Kategori
1	Tidak perlu dilakukan perbaikan
2	Perlu dilakukan perbaikan
3	Perbaikan perlu dilakukan secepat dan / atau sesegera mungkin
4	Perbaikan perlu dilakukan sekarang juga

Pada proses pembuatan gerabah terdapat postur kerja yang akan diukur penilaiannya menurut metode OWAS. Dimana postur kerja pembuatan gerabah sebelum perancangan dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



Tabel 4.5 Pengkodean Postur Kerja Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

Sikap	Kode	Keterangan
Punggung	4	Membungkuk dan memutar atau membungkuk kedepan dan menyamping
Lengan	2	Satu lengan berada dibawah bahu
Kaki	1	Duduk
Berat Beban	1	Kurang dari 10 Kg

Setelah didapatkan hasil pengkodean postur kerja, maka dilanjutkan penentuan kategori dengan menggunakan tabel kategori penilaian postur kerja metode OWAS. Postur kerja pada pembuatan gerabah didapat dengan kode 4211.

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Load
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Dari Tabel hasil penilaian postur kerja menunjukkan kategori (3), yang berarti bahwa kode 4211 yang dilakukan pekerja termasuk dalam kategori 3 yaitu pada sikap kerja ini berbahaya pada sistem musculoskeletal (postur kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang signifikan) Perbaikan perlu dilakukan secepat dan / atau sesegera mungkin.

2. Pengolahan Data OWAS dengan *Software WinOwas*

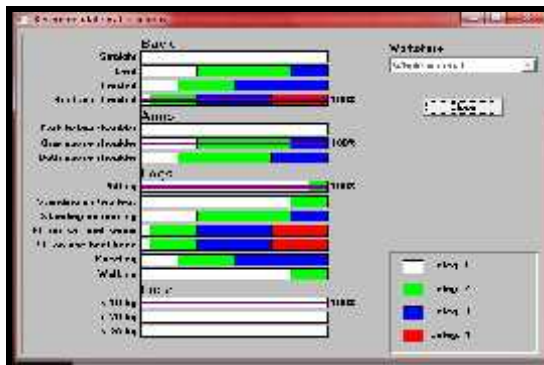
Ini adalah langkah untuk membagi pekerjaan kedalam fase kerja. WinOwas memungkinkan kita dapat membagi pekerjaan ke dalam 10 tahap. Kita dapat *member* nama setiap fase bebas, dan tahapan pekerjaan diberi nomor dari 0 sampai 9 dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.4.



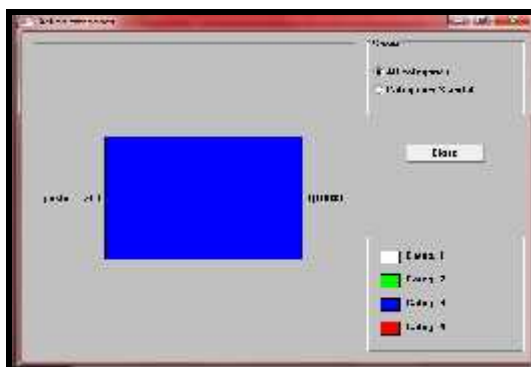
Gambar 4.1 *Input* Fase Kerja

Pengamatan digolongkan kedalam 5 nomer kode. Dimana angka pertama berarti postur punggung (diberi nilai 1-4), angka kedua postur lengan (diberi nilai 1-3), angka ketiga postur kaki (diberi nilai 1-7), angka keempat yaitu beban (diberi nilai 1-3), dan kelima tahap pekerjaan analisis. Selanjutnya dapat melihat grafik hasil analisis dan hasil keseluruhan postur kerja.

Gambar 4.2 *Input Data* Penilaian Posisi Kerja Sebelum Perancangan



Gambar 4.3 Grafik Hasil Analisis Hasil Posisi Kerja Sebelum Perancangan



Gambar 4.4 Hasil Posisi Kerja Sebelum Perancangan

3. Analisis Usulan Perbaikan Postur Kerja

Berdasarkan pengolahan data metode OWAS kondisi postur kerja pada proses pembuatan gerabah sebelum perancangan termasuk kategori 3 (biru) yang berarti perlu dilakukan perbaikan secepatnya. Pada sikap kerja ini berbahaya pada sistem musculoskeletal (postur kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang signifikan) Perbaikan perlu dilakukan secepat dan / atau sesegera mungkin.

Pada postur kerja ketiga ini yang harus dirubah adalah posisi punggung yang membungkuk dan kaki dalam posisi duduk namun terlihat jongkok karena dapat menimbulkan sakit saat bekerja. Bentuk usulan perubahan yang diberikan yaitu punggung lurus dan kaki dalam posisi duduk. Untuk mencapai postur usulan hendaknya dilakukan perancangan fasilitas kerja yang baik untuk mengurangi kelelahan yang terjadi pada pekerja. Usulan postur kerja pembuatan gerabah dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5 Usulan Postur Kerja Pembuatan Gerabah

4.2.2 Pengolahan Data Antropometri

Data antropometri yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan uji kenormalan data untuk melihat apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak, uji keseragaman data untuk melihat data yang kita gunakan tersebut berada dalam batas kontrol yang telah ditentukan sehingga apabila terdapat data yang melewati batas kontrol tersebut maka data tersebut dibuang dan tidak digunakan dalam perhitungan karena memiliki data yang ekstrim. Uji kecukupan

data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan cukup untuk dilakukan pengolahan pada tahap selanjutnya.

4.2.2.1 Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data digunakan untuk melihat apakah data yang diperoleh merupakan data yang berdistribusi normal atau tidak. Pengujian kenormalan data antropometri menggunakan *software* berupa *SPSS 16.0 for windows* adapun prosedur pengujian adalah sebagai berikut :

1. Tinggi Lutut Duduk

- a. Pengolahan data uji kenormalan data antropometri tinggi lutut duduk (tld) dengan menggunakan *software* SPSS 17.0 terdapat pada Tabel 4.6 sampai Tabel 4.9 berikut :

Tabel 4.6 Data Antropometri Tinggi Lutut Duduk (TLD)

NO	N	Chi_Tabel
1	48	5.99
2	46	5.99
3	47	5.99
4	47	5.99
5	48	5.99
6	46	5.99
7	48	5.99
8	47	5.99
9	48	5.99
10	47	5.99

Tabel 4.7 *Descriptive Statistics* Tinggi Lutut Duduk (TLD)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
TLD	10	47.2000	0.78881	46.00	48.00

Tabel 4.8 Frekuensi Tinggi Lutut Duduk (TLD)

	Observed N	Expected N	Residual
46.00	2	3.3	-1.3
47.00	4	3.3	.7
48.00	4	3.3	.7
Total	10		

Tabel 4.9 *Test Statistics* Tinggi Lutut Duduk (TLD)

	TLD
Chi-Square	0.800 ^a
Df	2
Asymp. Sig.	.670

H_0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_Tabel*

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_Tabel*

Dari Tabel 4.9 diketahui bahwa *chi_square* hitung bernilai 0,800^a dan *chi_tabel* bernilai 5,99. Maka *chi_square* hitung < *chi_tabel* (0,800^a < 5,99), berarti data tinggi lutut duduk (tld) telah berdistribusi normal.

- b. Pengolahan data uji kenormalan data antropometri tinggi lutut duduk (tld) dengan menggunakan cara manual sebagai berikut.

$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana : O_i = nilai/ frekuensi pengelompokan pengamatan

E_i = rata-rata jumlah pengamatan setelah pengelompokan

p = total pengelompokan pengamatan

Tabel 4.10 Pengamatan Data Antropometri Tinggi Lutut Duduk (TLD)

Pekerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data Antropometri TLD (N)	48	46	47	47	48	46	48	47	48	47

Dimana : O_i 1 = 2 (46,46)

O_i 2 = 4 (47,47,47,47)

O_i 3 = 4 (48,48,48,48)

$N = 10$

$$E_i = \frac{N}{O_i} = \frac{10}{3} = 3,33$$

$$\text{Jadi, } X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$X^2 = \frac{(2 - 3,33)^2}{3,33} + \frac{(4 - 3,33)^2}{3,33} + \frac{(4 - 3,33)^2}{3,33}$$

$$X^2 = 0,8$$

Dari perhitungan *Chi Kuadrat* (X^2) dengan $df = p-1 = 3-1 = 2$. Maka untuk nilai $\alpha = 0,05$ diperoleh dari tabel X^2 yaitu ($\alpha ; df$) $0,05 ; 2 = 5,99$.

Jadi untuk hipotesisnya berikut ini :

H_0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_Tabel*

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_Tabel*

Dimana : $X^2 / \text{Chi_Square Hitung} = 0,8$

Tabel X^2 yaitu ($\alpha = 0,05$) $df = 2 / \text{Chi_Tabel} = 5,99$

Maka *Chi_square* Hitung < *chi_tabel* ($0,8 < 5,99$) berarti data tinggi lutut duduk (tld) telah berdistribusi normal.

2. Tinggi Badan Duduk

- Pengolahan data uji kenormalan data antropometri tinggi badan duduk (tbd) dengan menggunakan *software* SPSS 17.0 terdapat pada Tabel 4.11 sampai Tabel 4.14 berikut :

Tabel 4.11 Data Antropometri Tinggi Badan Duduk (TBD)

NO	N	Chi_Tabel
1	56	7.81
2	58	7.81
3	55	7.81
4	58	7.81
5	57	7.81
6	55	7.81
7	57	7.81
8	56	7.81
9	55	7.81
10	56	7.81

Tabel 4.12 *Descriptive Statistics* Tinggi Badan Duduk (TBD)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
TBD	10	56.300	1.15950	55.00	58.00

Tabel 4.13 Frekuensi Tinggi Badan Duduk (TBD)

	Observed N	Expected N	Residual
55.00	3	2.5	.5
56.00	3	2.5	.5
57.00	2	2.5	-.5
58.00	2	2.5	-.5
Total	10		

Tabel 4.14 *Test Statistics* Tinggi Badan Duduk (TBD)

	TBD
Chi-Square	0.400 ^a
Df	3
Asymp. Sig.	.840

H_0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_Tabel*

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_Tabel*

Dari Tabel 4.14 diketahui bahwa *chi_square* hitung bernilai 0,400^a dan *chi_tabel* bernilai 7,81. Maka *chi_square* hitung < *chi_tabel* (0,400^a < 7,81), berarti data tinggi badan duduk (tbd) telah berdistribusi normal.

- b. Pengolahan data uji kenormalan data antropometri tinggi badan duduk (tbd) dengan menggunakan cara manual sebagai berikut.

$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana : O_i = nilai/frekuensi pengelompokan pengamatan

E_i = rata-rata jumlah pengamatan setelah pengelompokan

p = total pengelompokan pengamatan

Tabel 4.15 Pengamatan Data Antropometri Tinggi Badan Duduk (TBD)

Pekerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data Antropometri TBD (N)	56	58	55	58	57	55	57	56	55	56

Dimana : $O_i 1 = 3 (55,55)$
 $O_i 2 = 3 (56,56,56,56)$
 $O_i 3 = 2 (57,57)$
 $O_i 4 = 2 (57,57)$
 $N = 10$
 $E_i = \frac{N}{O_i} = \frac{10}{4} = 2,5$

Jadi, $X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

$$X^2 = \frac{(3-2,5)^2}{2,5} + \frac{(3-2,5)^2}{2,5} + \frac{(2-2,5)^2}{2,5} + \frac{(2-2,5)^2}{2,5}$$

$$X^2 = 0,4$$

Dari perhitungan *Chi Kuadrat* (X^2) dengan $df = p-1 = 4-1 = 3$. Maka untuk nilai $\alpha = 0,05$ diperoleh dari tabel X^2 yaitu (α ; df) $0,05$; $3 = 7,81$

Jadi untuk hipotesisnya berikut ini :

H_0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_Tabel*

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_Tabel*

Dimana : $X^2 / \text{Chi_Square Hitung} = 0,4$

Tabel X^2 yaitu ($\alpha = 0,05$) $df = 3 / \text{Chi_Tabel} = 7,81$

Maka *chi_square* hitung < *chi_tabel* ($0,4 < 7,81$) berarti data tinggi badan duduk (tbd) telah berdistribusi normal.

3. Lebar Sandaran Duduk

- Pengolahan data uji kenormalan data antropometri lebar sandaran duduk (lsd) dengan menggunakan *software* SPSS 17.0 terdapat pada Tabel 4.16 sampai Tabel 4.19 berikut :

Tabel 4.16 Data Antropometri Lebar Sandaran Duduk (LSD)

NO	N	Chi_Tabel
1	33	7.81
2	34	7.81
3	32	7.81
4	34	7.81
5	33	7.81
6	35	7.81
7	35	7.81
8	33	7.81
9	32	7.81
10	34	7.81

Tabel 4.17 *Descriptive Statistics* Lebar Sandaran Duduk (LSD)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
LSD	10	35.5000	1.08012	32.00	35.00

Tabel 4.18 Frekuensi Lebar Sandaran Duduk (LSD)

	Observed N	Expected N	Residual
32.00	2	2.5	-.5
33.00	3	2.5	.5
34.00	3	2.5	.5
35.00	2	2.5	-.5
Total	10		

Tabel 4.19 *Test Statistics* Lebar Sandaran Duduk (LSD)

	LSD
Chi-Square	0.400 ^a
Df	3
Asymp. Sig.	.940

H0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_Tabel*

H1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_Tabel*

Dari Tabel 4.19 diketahui bahwa *chi_square* hitung bernilai 0,400^a dan *chi_tabel* bernilai 7,81. Maka *chi_square* hitung < *chi_tabel* (0,400^a < 7,81), berarti data lebar sandaran duduk (LSD) telah berdistribusi normal.

- b. Pengolahan data uji kenormalan data antropometri lebar sandaran duduk (lsd) dengan menggunakan cara manual sebagai berikut.

$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana : O_i = nilai/frekuensi pengelompokan pengamatan

E_i = rata-rata jumlah pengamatan setelah pengelompokan

p = total pengelompokan pengamatan

Tabel 4.20 Pengamatan Data Antropometri Lebar Sandaran Duduk (LSD)

Pekerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data Antropometri LSD (N)	33	34	32	34	33	35	35	33	32	34

Dimana : O_i 1 = 2 (32,32)

O_i 2 = 3 (33,33,33)

O_i 3 = 3 (34,34,34)

O_i 4 = 2 (35,35)

$N = 10$

$$E_i = \frac{N}{O_i} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$\text{Jadi, } X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$X^2 = \frac{(2-2,5)^2}{2,5} + \frac{(3-2,5)^2}{2,5} + \frac{(2-2,5)^2}{2,5} + \frac{(2-2,5)^2}{2,5}$$

$$X^2 = 0,4$$

Dari perhitungan *Chi Kuadrat* (X^2) dengan $df = p-1 = 4-1 = 3$. Maka untuk nilai $\alpha = 0,05$ diperoleh dari tabel X^2 yaitu (α ; df) 0,05 ; 3 = 7,81

Jadi untuk hipotesisnya berikut ini :

H_0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_ Tabel*

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_ Tabel*

Dimana : X^2 / Chi_Square Hitung = 0,4

Tabel X^2 yaitu ($\Gamma = 0,05$) $df = 3 / Chi_Tabel = 7,81$

Maka chi_square hitung < chi_tabel ($0,4 < 7,81$) berarti data lebar sandaran duduk (lsd) telah berdistribusi normal.

4. Pantat Popliteal

- a. Pengolahan data uji kenormalan data antropometri pantat popliteal (pp) dengan menggunakan *software* SPSS 17.0 terdapat pada Tabel 4.21 sampai Tabel 4.24 berikut :

Tabel 4.21 Data Antropometri Pantat Popliteal (PP)

NO	N	Chi_Tabel
1	49	9.49
2	47	9.49
3	48	9.49
4	46	9.49
5	47	9.49
6	46	9.49
7	50	9.49
8	47	9.49
9	49	9.49
10	49	9.49

Tabel 4.22 Descriptive Statistics Pantat Popliteal (PP)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
PP	10	47.8000	1.39841	46.00	50.00

Tabel 4.23 Frekuensi Pantat Popliteal (PP)

	Observed N	Expected N	Residual
46.00	2	2.0	.0
47.00	3	2.0	1.0
48.00	1	2.0	-1.0
49.00	3	2.0	1.0
50.00	1	2.0	-1.0
Total	10		

Tabel 4.24 *Test Statistics* Pantat Popliteal (PP)

	PP
Chi-Square	2.000 ^a
Df	4
Asymp. Sig.	.736

H0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_ Tabel*

H1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_ Tabel*

Dari Tabel 4.24 diketahui bahwa *chi_square* hitung bernilai 2,000^a dan *chi_ tabel* bernilai 9,49. Maka *chi_square* hitung < *chi_tabel* (2,000^a < 9,49), berarti data pantat popliteal (PP) telah berdistribusi normal.

- b. Pengolahan data uji kenormalan data antropometri pantat popliteal (pp) dengan menggunakan cara manual sebagai berikut.

$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana : O_i = nilai/frekuensi pengelompokan pengamatan

E_i = rata-rata jumlah pengamatan setelah pengelompokan

p = total pengelompokan pengamatan

Tabel 4.25 Pengamatan Data Antropometri Pantat Popliteal (PP)

Pekerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data Antropometri PP (N)	49	47	48	46	47	46	50	47	49	49

Dimana : O_i 1 = 2 (46,46)

O_i 2 = 3 (47,47,47)

O_i 3 = 1 (48)

O_i 4 = 3 (49,49,49)

O_i 5 = 1 (50)

$N = 10$

$$E_i = \frac{N}{O_i} = \frac{10}{5} = 2$$

$$\text{Jadi, } X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$X^2 = \frac{(2-2)^2}{2} + \frac{(3-2)^2}{2} + \frac{(1-2)^2}{2} + \frac{(3-2)^2}{2} + \frac{(1-2)^2}{2}$$

$$X^2 = 2$$

Dari perhitungan *Chi Kuadrat* (X^2) dengan $df = p-1 = 5-1 = 4$. Maka untuk nilai $\alpha = 0,05$ diperoleh dari tabel X^2 yaitu (α ; df) $0,05$; $4 = 9,49$

Jadi untuk hipotesisnya berikut ini :

H_0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_Tabel*

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_Tabel*

Dimana : $X^2 / \text{Chi_Square Hitung} = 2$

Tabel X^2 yaitu ($\alpha = 0,05$) $df = 4 / \text{Chi_Tabel} = 9,49$

Maka *chi_square* hitung < *chi_tabel* ($2 < 9,49$) berarti data pantat popliteal (pp) telah berdistribusi normal.

5. Tinggi Popliteal

- Pengolahan data uji kenormalan data antropometri tinggi popliteal (tpo) dengan menggunakan *software* SPSS 17.0 terdapat pada Tabel 4.26 sampai Tabel 4.29 berikut :

Tabel 4.26 Data Antropometri Tinggi Popliteal (TPO)

NO	N	Chi_Tabel
1	45	7.81
2	44	7.81
3	43	7.81
4	42	7.81
5	45	7.81
6	44	7.81
7	45	7.81
8	42	7.81
9	43	7.81
10	45	7.81

Tabel 4.27 *Descriptive Statistics* Tinggi Popliteal (TPO)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
TPO	10	43.8000	1.22927	42.00	45.00

Tabel 4.28 Frekuensi Tinggi Popliteal (TPO)

	Observed N	Expected N	Residual
42.00	2	2.5	-.5
43.00	2	2.5	-.5
44.00	2	2.5	-.5
45.00	4	2.5	1.5
Total	10		

Tabel 4.29 *Test Statistics* Tinggi Popliteal (TPO)

	TPO
Chi-Square	1.200 ^a
Df	3
Asymp. Sig.	.753

H0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_Tabel*

H1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_Tabel*

Dari Tabel 4.29 diketahui bahwa *chi_square* hitung bernilai 1,200^a dan *chi_tabel* bernilai 7,81. Maka *chi_square* hitung < *chi_tabel* (1,200^a < 7,81), berarti data tinggi popliteal (TPO) telah berdistribusi normal.

- b. Pengolahan data uji kenormalan data antropometri tinggi popliteal (tpo) dengan menggunakan cara manual sebagai berikut.

$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana : O_i = nilai/frekuensi pengelompokan pengamatan

E_i = rata-rata jumlah pengamatan setelah pengelompokan

p = total pengelompokan pengamatan

Tabel 4.30 Pengamatan Data Antropometri Tinggi Popliteal (TPO)

Pekerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data Antropometri TPO (N)	45	44	43	42	45	44	45	42	43	45

Dimana : $O_i 1 = 2 (42,42)$
 $O_i 2 = 2 (43,43)$
 $O_i 3 = 2 (44,44)$
 $O_i 4 = 4 (45,45,45,45)$
 $N = 10$
 $E_i = \frac{N}{O_i} = \frac{10}{4} = 2,5$

Jadi,
$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$X^2 = \frac{(2 - 2,5)^2}{2,5} + \frac{(2 - 2,5)^2}{2,5} + \frac{(2 - 2,5)^2}{2,5} + \frac{(4 - 2,5)^2}{2,5}$$

$$X^2 = 1,2$$

Dari perhitungan Chi Kuadrat (X^2) dengan $df = p-1 = 4-1 = 3$. Maka untuk nilai $\alpha = 0,05$ diperoleh dari tabel X^2 yaitu (α ; df) $0,05$; $3 = 7,81$

Jadi untuk hipotesisnya berikut ini :

H_0 : Data berdistribusi normal, jika Chi_Square Hitung $< Chi_Tabel$

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, jika Chi_Square Hitung $> Chi_Tabel$

Dimana : X^2 / Chi_Square Hitung = $1,2$

Tabel X^2 yaitu ($\alpha = 0,05$) $df = 3 / Chi_Tabel = 7,81$

Maka chi_square hitung $< chi_tabel$ ($1,2 < 7,81$) berarti data tinggi popliteal (tpo) telah berdistribusi normal.

6. Jangkauan Tangan Ke Depan

- Pengolahan data uji kenormalan data antropometri jangkauan tangan ke depan (jtd) dengan menggunakan *software* SPSS 17.0 terdapat pada Tabel 4.31 sampai Tabel 4.34 berikut :

Tabel 4.31 Data Antropometri Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD)

NO	N	Chi Tabel
1	66	7.81
2	62	7.81
3	63	7.81
4	65	7.81
5	62	7.81
6	65	7.81
7	63	7.81
8	62	7.81
9	62	7.81
10	66	7.81

Tabel 4.32 *Descriptive Statistics* Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
JTD	10	63.6000	1.71270	62.00	66.00

Tabel 4.33 Frekuensi Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD)

	Observed N	Expected N	Residual
62.00	4	2.5	1.5
63.00	2	2.5	-.5
65.00	2	2.5	-.5
66.00	2	2.5	-.5
Total	10		

Tabel 4.34 *Test Statistics* Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD)

	JTD
Chi-Square	1.200 ^a
Df	3
Asymp. Sig.	.753

H0 : Data berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung < *Chi_Tabel*

H1 : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi_Square* Hitung > *Chi_Tabel*

Dari Tabel 4.34 diketahui bahwa *chi_square* hitung bernilai 1,200^a dan *chi_tabel* bernilai 7,81. Maka *chi_square* hitung < *chi_tabel* (1,200^a < 7,81), berarti data jangkauan tangan ke depan (JTD) telah berdistribusi normal.

- b. Pengolahan data uji kenormalan data antropometri jangkauan tangan ke depan (JTD) dengan menggunakan cara manual sebagai berikut.

$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana : O_i = nilai/frekuensi pengelompokan pengamatan

E_i = rata-rata jumlah pengamatan setelah pengelompokan

p = total pengelompokan pengamatan

Tabel 4.35 Pengamatan Data Antropometri Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD)

Pekerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data Antropometri JTD (N)	66	62	63	65	62	65	63	62	62	66

Dimana : O_i 1 = 4 (62,62,62,62)

O_i 2 = 2 (63,63)

O_i 3 = 2 (65,65)

O_i 4 = 2 (66,66)

$N = 10$

$$E_i = \frac{N}{O_i} = \frac{10}{4} = 2,5$$

Jadi,
$$X^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$X^2 = \frac{(4 - 2,5)^2}{2,5} + \frac{(2 - 2,5)^2}{2,5} + \frac{(2 - 2,5)^2}{2,5} + \frac{(2 - 2,5)^2}{2,5}$$

$$X^2 = 1,2$$

Dari perhitungan Chi Kuadrat (X^2) dengan $df = p-1 = 4-1 = 3$. Maka untuk nilai $\alpha = 0,05$ diperoleh dari tabel X^2 yaitu (α ; df) 0,05 ; 3 = 7,81

Jadi untuk hipotesisnya berikut ini :

H_0 : Data berdistribusi normal, jika Chi_Square Hitung < Chi_Tabel

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, jika Chi_Square Hitung > Chi_Tabel

Dimana : X^2 / Chi_Square Hitung = 1,2

Tabel X^2 yaitu ($\alpha = 0,05$) $df = 3 / Chi_Tabel = 7,81$

Maka chi_quare hitung < chi_tabel ($1,2 < 7,81$) berarti data jangkauan tangan ke depan (jtd) telah berdistribusi normal.

4.2.2.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan seragam atau tidak. Adapun prosedur pengujian keseragaman data adalah sebagai berikut :

1. Tinggi Lutut Duduk

Pengolahan data uji keseragaman data antropometri tinggi lutut duduk (tld) terdapat pada Tabel 4.36 berikut :

Tabel 4.36 Uji Keseragaman Data Tinggi Lutut Duduk (TLD)

NO	N	BKA	BKB
1	48	43.46	50.93
2	46	43.46	50.93
3	47	43.46	50.93
4	47	43.46	50.93
5	48	43.46	50.93
6	46	43.46	50.93
7	48	43.46	50.93
8	47	43.46	50.93
9	48	43.46	50.93
10	47	43.46	50.93
Jumlah	472		

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{472}{10} \\ &= 47.2\end{aligned}$$

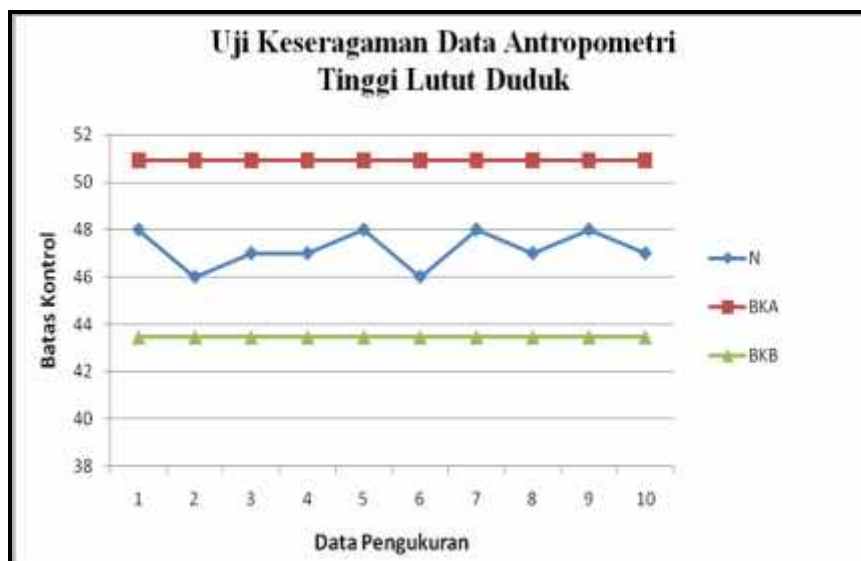
b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(48-47.2)^2 + (46-47.2)^2 + \dots + (47-47.2)^2}{10-1}} \\ &= 1.86\end{aligned}$$

c. Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 47.2 + 2(1.86) \\ &= 50.933\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 47.2 - 2(1.86) \\ &= 43.466\end{aligned}$$



Gambar 4.6 Peta Keseragaman Data Antropometri Tinggi Lutut Duduk (TLD)

2. Tinggi Badan Duduk

Pengolahan data uji keseragaman data antropometri tinggi badan duduk (tbd) terdapat pada Tabel 4.37 berikut :

Tabel 4.37 Uji Keseragaman Data Tinggi Badan Duduk (TBD)

NO	N	BKA	BKB
1	56	64.36	48.23
2	58	64.36	48.23
3	55	64.36	48.23
4	58	64.36	48.23
5	57	64.36	48.23
6	55	64.36	48.23
7	57	64.36	48.23
8	56	64.36	48.23
9	55	64.36	48.23
10	56	64.36	48.23
Jumlah	563		

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{563}{10} \\ &= 56.3\end{aligned}$$

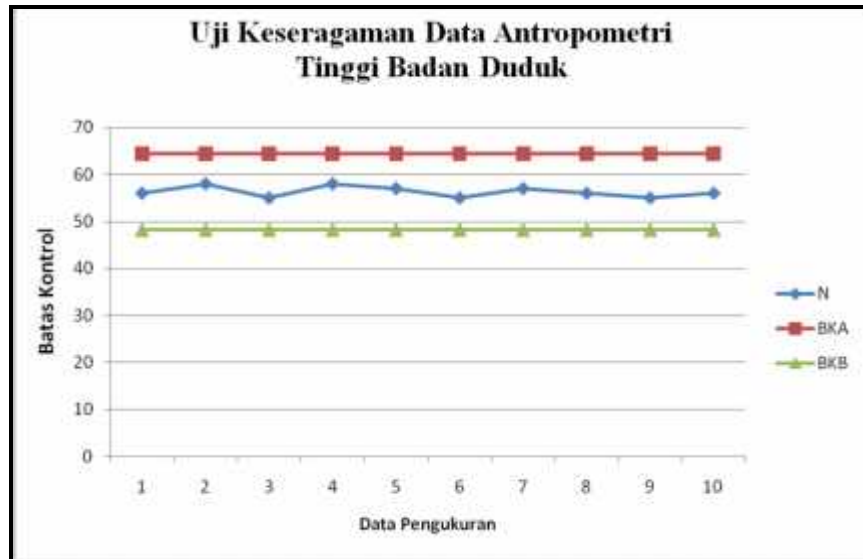
b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(56 - 56.3)^2 + (58 - 56.3)^2 + \dots + (55 - 56.3)^2}{10 - 1}} \\ &= 4.03\end{aligned}$$

c. Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 56.3 + 2(4.03) \\ &= 64.36\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\
 &= 56.3 - 2(4.03) \\
 &= 48.23
 \end{aligned}$$



Gambar 4.7 Peta Keseragaman Data Antropometri Tinggi Badan Duduk (TBD)

3. Lebar Sandaran Duduk

Pengolahan data uji keseragaman data antropometri lebar sandaran duduk (lsd) terdapat pada Tabel 4.38 berikut :

Tabel 4.38 Uji Keseragaman Data Lebar Sandaran Duduk (LSD)

NO	N	BKA	BKB
1	33	40.5	26.5
2	34	40.5	26.5
3	32	40.5	26.5
4	34	40.5	26.5
5	33	40.5	26.5
6	35	40.5	26.5
7	35	40.5	26.5
8	33	40.5	26.5
9	32	40.5	26.5
10	34	40.5	26.5
Jumlah	335		

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{335}{10} \\ &= 33.5\end{aligned}$$

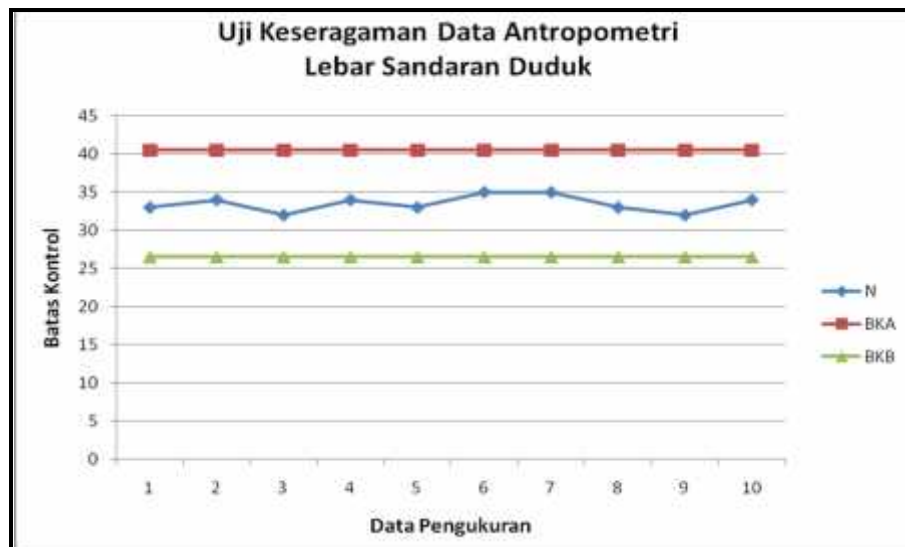
b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(33-33.5)^2 + (34-33.5)^2 + \dots + (34-33.5)^2}{10-1}} \\ &= 3.5\end{aligned}$$

c. Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 33.5 + 2(3.5) \\ &= 40.5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 33.5 - 2(3.5) \\ &= 26.5\end{aligned}$$



Gambar 4.8 Peta Keseragaman Data Antropometri Lebar Sandaran Duduk (LSD)

4. Pantat Popliteal

Pengolahan data uji keseragaman data antropometri pantat popliteal (pp) terdapat pada Tabel 4.39 berikut :

Tabel 4.39 Uji Keseragaman Data Pantat Popliteal (PP)

NO	N	BKA	BKB
1	49	59.53	36.06
2	47	59.53	36.06
3	48	59.53	36.06
4	46	59.53	36.06
5	47	59.53	36.06
6	46	59.53	36.06
7	50	59.53	36.06
8	47	59.53	36.06
9	49	59.53	36.06
10	49	59.53	36.06
Jumlah	478		

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{478}{10} \\ &= 47.8\end{aligned}$$

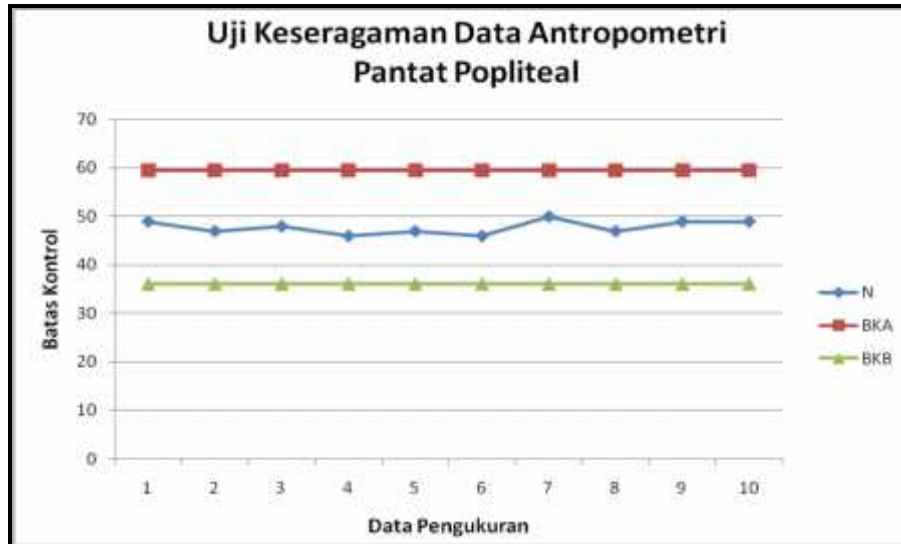
b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(49 - 47.8)^2 + (47 - 47.8)^2 + \dots + (49 - 47.8)^2}{10 - 1}} \\ &= 5.86\end{aligned}$$

c. Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 47.8 + 2(5.86) \\ &= 59.53\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\
 &= 47.8 - 2(5.86) \\
 &= 36.06
 \end{aligned}$$



Gambar 4.9 Peta Keseragaman Data Antropometri Pantat Popliteal (PP)

5. Tinggi Popliteal

Pengolahan data uji keseragaman data antropometri tinggi popliteal (tpo) terdapat pada Tabel 4.40 berikut :

Tabel 4.40 Uji Keseragaman Data Tinggi Popliteal (TPO)

NO	N	BKA	BKB
1	45	52.86	34.73
2	44	52.86	34.73
3	43	52.86	34.73
4	42	52.86	34.73
5	45	52.86	34.73
6	44	52.86	34.73
7	45	52.86	34.73
8	42	52.86	34.73
9	43	52.86	34.73
10	45	52.86	34.73
Jumlah	438		

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{438}{10} \\ &= 43.8\end{aligned}$$

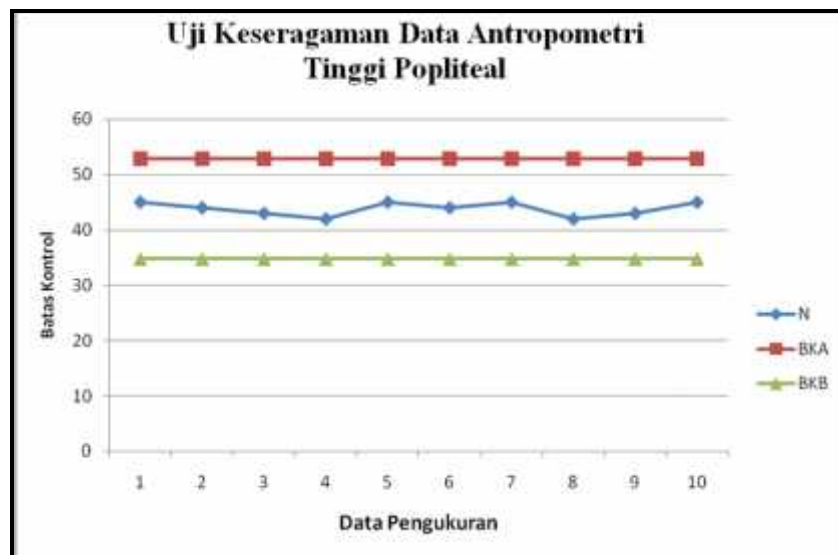
b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(45 - 43.8)^2 + (44 - 43.8)^2 + \dots + (45 - 43.8)^2}{10-1}} \\ &= 4.53\end{aligned}$$

c. Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 43.8 + 2(4.53) \\ &= 52.86\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 43.8 - 2(4.53) \\ &= 34.73\end{aligned}$$



Gambar 4.10 Peta Keseragaman Data Antropometri Tinggi Popliteal (TPO)

6. Jangkauan Tangan Ke Depan

Pengolahan data uji keseragaman data antropometri jangkauan tangan ke depan (jtd) terdapat pada Tabel 4.41 berikut :

Tabel 4.41 Uji Keseragaman Data Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD)

NO	N	BKA	BKB
1	66	81.2	46
2	62	81.2	46
3	63	81.2	46
4	65	81.2	46
5	62	81.2	46
6	65	81.2	46
7	63	81.2	46
8	62	81.2	46
9	62	81.2	46
10	66	81.2	46
Jumlah	636		

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum x_i}{n} \\ &= \frac{636}{10} \\ &= 63.6\end{aligned}$$

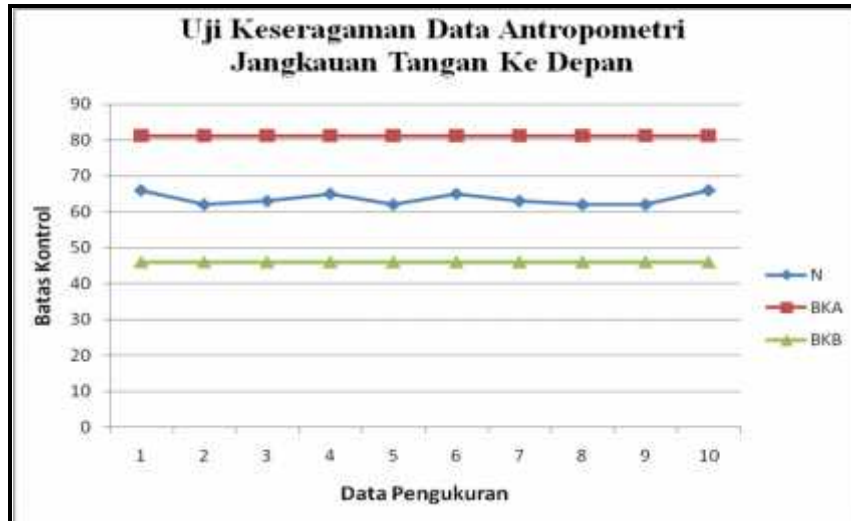
b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(66 - 63.6)^2 + (62 - 63.6)^2 + \dots + (66 - 63.6)^2}{10 - 1}} \\ &= 8.8\end{aligned}$$

c. Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 63.6 + 2(8.8) \\ &= 81.2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\
 &= 63.6 - 2(8.8) \\
 &= 46
 \end{aligned}$$



Gambar 4.11 Peta Keseragaman Data Antropometri Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD)

4.2.2.3 Perhitungan Persentil

Menurut Sritomo Wignjosoebroto (1995), besarnya nilai persentil dapat ditentukan dari tabel probabilitas distribusi normal. Persentil adalah batas rentang yang dapat dipakai.

Persentil 5th, perhitungannya : $\bar{X} - 1.645 \cdot SD$

Persentil 10th, perhitungannya : $\bar{X} - 1.28 \cdot SD$

Persentil 50th, perhitungannya : \bar{X}

Persentil 90th, perhitungannya : $\bar{X} + 1.28 \cdot SD$

Persentil 95th, perhitungannya : $\bar{X} + 1.645 \cdot SD$

Perhitungan persentil data antropometri pada alat pembuatan gerabah berikut ini :

1. Tinggi Lutut Duduk

Data antropometri tinggi lutut duduk (tld) digunakan untuk menentukan tinggi meja pemutar dengan menggunakan persentil 10th.

$$\begin{aligned}\bar{X} \text{ TLD} &= 47.2 \text{ cm} \\ \text{SD}/\sigma &= 1.86 \\ \text{Persentil } 10^{\text{th}} \text{ TLD} &= \bar{X} - 1.28 \cdot \text{SD} \\ &= 47.2 - 1.28 (1.86) \\ &= 44.81 \text{ cm}\end{aligned}$$

2. Tinggi Badan Duduk

Data antropometri tinggi badan duduk (tbd) digunakan untuk menentukan panjang sandaran kursi dengan menggunakan persentil 50th.

$$\begin{aligned}\bar{X} \text{ TBD} &= 56.3 \text{ cm} \\ \text{SD}/\sigma &= 4.03 \\ \text{Persentil } 50^{\text{th}} \text{ TBD} &= \bar{X} \\ &= 56.3 \text{ cm}\end{aligned}$$

3. Lebar Sandaran Duduk

Data antropometri lebar sandaran duduk (lsd) digunakan untuk menentukan lebar alas kursi dan lebar sandaran kursi dengan menggunakan persentil 90th.

$$\begin{aligned}\bar{X} \text{ LSD} &= 33.5 \text{ cm} \\ \text{SD}/\sigma &= 3.5 \\ \text{Persentil } 90^{\text{th}} \text{ LSD} &= \bar{X} + 1.28 \cdot \text{SD} \\ &= 33.5 + 1.28 (3.5) \\ &= 37.98 \text{ cm}\end{aligned}$$

4. Pantat Popliteal

Data antropometri pantat popliteal (pp) digunakan untuk menentukan panjang alas kursi dengan menggunakan persentil 50th.

$$\begin{aligned}\bar{X} \text{ PP} &= 47.8 \text{ cm} \\ \text{SD}/\sigma &= 5.86\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentil } 50^{\text{th}} \text{ PP} &= \bar{X} \\ &= 47.8 \text{ cm}\end{aligned}$$

5. Tinggi Popliteal

Data antropometri tinggi popliteal (tpo) digunakan untuk menentukan tinggi kursi dengan menggunakan persentil 10th, persentil 50th dan persentil 95th.

$$\bar{X} \text{ TPO} = 43.8 \text{ cm}$$

$$SD/\sigma = 4.53$$

$$\begin{aligned}\text{Persentil } 10^{\text{th}} \text{ TPO} &= \bar{X} - 1.28 \cdot SD \\ &= 43.8 - 1.28 (4.53) \\ &= 37.99 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentil } 50^{\text{th}} \text{ TPO} &= \bar{X} \\ &= 43.8 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentil } 95^{\text{th}} \text{ TPO} &= \bar{X} + 1.645 \cdot SD \\ &= 43.8 + 1.645 (4.53) \\ &= 51.25 \text{ cm}\end{aligned}$$

6. Jangkauan Tangan Ke Depan

Data antropometri jangkauan tangan ke depan (jtd) digunakan untuk jarak penghubung kursi dengan meja pemutar dengan menggunakan persentil 10th, persentil 50th dan persentil 90th.

$$\bar{X} \text{ JTD} = 63.6 \text{ cm}$$

$$SD/\sigma = 8.8$$

$$\begin{aligned}\text{Persentil } 10^{\text{th}} \text{ JTD} &= \bar{X} - 1.28 \cdot SD \\ &= 63.6 - 1.28 (8.8) \\ &= 52.33 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentil } 50^{\text{th}} \text{ JTD} &= \bar{X} \\ &= 63.6 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentil } 90^{\text{th}} \text{ JTD} &= \bar{X} + 1.28 \cdot SD \\ &= 63.6 + 1.28 (8.8) \\ &= 74.86 \text{ cm}\end{aligned}$$

4.2.2.4 Perancangan Alat Pembuatan Gerabah

Setelah perhitungan ukuran persentil diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menentukan ukuran alat pembuatan gerabah berdasarkan data antropometri sebagai berikut :

1. Tinggi Meja Pemutar

Untuk menentukan tinggi meja pemutar alat pembuat gerabah digunakan data antropometri tinggi lutut duduk (tld). Sedangkan persentil yang digunakan untuk menentukan tinggi meja pemutar alat pembuat gerabah ini adalah persentil 10th sebesar 44.81 cm dibulatkan menjadi 45 cm. Persentil 10th dipilih agar semua pekerja dapat menggunakan alat pembuat gerabah ini dengan nyaman, cocok dan bisa digunakan oleh semua pekerja dalam membuat gerabah.

2. Panjang Sandaran Kursi

Pada alat pembuat gerabah terdapat sebuah kursi, Kursi pada alat ini mempunyai alas dan sandarana kursi. Untuk menentukan panjang sandaran kursi digunakan data antropometri tinggi badan duduk (tbd). Persentil yang digunakan untuk menentukan panjang sandaran kursi ini adalah persentil 50th sebesar 56.3 cm dibulatkan menjadi 56 cm. Persentil 50th dipilih agar semua pekerja nyaman bersandar di kursi pada saat bekerja dan dapat mengurangi kelelahan nantinya.

3. Lebar Sandaran Kursi dan Lebar Alas Kursi

Lebar sandaran kursi dan lebar alas kursi menggunakan data antropometri yang sama yaitu data antropometri lebar sandaran duduk (lsd). Persentil yang digunakan untuk menentukan panjang sandaran kursi ini adalah persentil 90th sebesar 37,98 cm dibulatkan menjadi 38 cm. Persentil 90th dipilih agar semua pekerja nyaman bersandar dan menduduki menggunakan kursi pada saat bekerja dan dapat mengurangi kelelahan serta keluhan bekerja nantinya.

4. Panjang Alas Kursi

Untuk menentukan panjang alas kursi data yang digunakan data antropometri pantat popliteal (pp). Persentil yang digunakan untuk menentukan panjang alas kursi ini adalah persentil 50th sebesar 47.8 cm dibulatkan menjadi 48 cm. Persentil 50th dipilih agar semua pekerja nyaman menduduki kursi pada saat bekerja dan dapat mengurangi kelelahan nantinya.

5. Tinggi Kursi

Tinggi kursi pada alat pembuat gerabah ini menggunakan data antropometri tinggi popliteal (tpo). Pada tinggi kursi menggunakan 3 persentil yaitu persentil 10th, persentil 50th, dan persentil 95th. Pada persentil 10th sebesar 37.99 cm dibulatkan menjadi 38 cm, pada persentil 50th sebesar 43.8 cm dibulatkan menjadi 44 cm dan persentil 95th sebesar 51,25 cm dibulatkan menjadi 51 cm. Penggunaan 3 persentil pada tinggi kursi dibutuhkan untuk mengatur tinggi dan rendahnya kursi. Sehingga semua pekerja dapat menggunakan kursi dengan posisi nyaman.

6. Penghubung Meja Pemutar dan Kursi

Pada penghubung meja pemutar dan kursi menggunakan data antropometri jangkauan tangan ke depan (jtd). Data antropometri jangkauan tangan ke depan (jtd) ini digunakan untuk menentukan jarak meja pemutar dan kursi. Persentil yang digunakan pada jarak penghubung ini menggunakan 3 persentil yaitu persentil 10th, persentil 50th, dan persentil 90th. Pada persentil 10th sebesar 52,33 cm dibulatkan menjadi 52 cm, pada persentil 50th sebesar 63,6 cm dibulatkan menjadi 63 cm dan persentil 95th sebesar 74,86 cm dibulatkan menjadi 75 cm. Penggunaan 3 persentil pada jarak penghubung meja pemutar dan kursi dibutuhkan untuk mengatur jauh dan dekat jangkauan tangan pada saat membuat gerabah.

Adapun data perancangan alat pembuat gerabah sesuai dengan data antropometri pekerja CV. Nuansa Riau Asri pada Tabel 4.36 berikut:

Tabel 4.42 Ukuran Alat Pembuatan Gerabah

NO	Bagian Alat	Ukuran
1	Tinggi meja pemutar	45 cm
2	Panjang sandaran kursi	56 cm
3	Lebar sandaran kursi dan lebar alas kursi	38 cm
4.	Panjang alas kursi	48 cm
5.	Tinggi kursi	38 cm, 44 cm dan 51 cm
6.	Penghubung meja pemutar dan kursi	52 cm, 63 cm, dan 75 cm

Adapun gambar rancangan dan spesifikasi alat pembuat gerabah secara lengkap dapat dilihat pada lampiran.

4.2.3 Pengolahan Data Denyut Jantung Sebelum Perancangan

Perhitungan data denyut jantung seluruh pekerja sebelum perancangan pada saat melakukan proses pembuatan gerabah sebelum perancangan dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut.

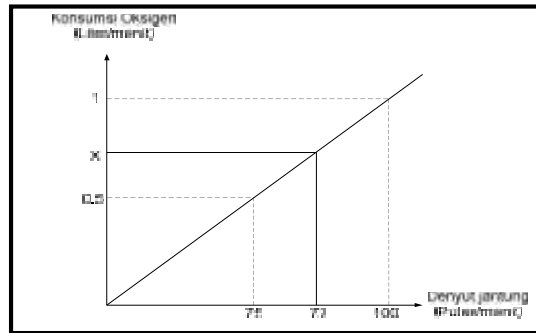
1. Pekerja Pertama

Tabel 4.44 Data Denyut Jantung Pekerja Pertama Sebelum Perancangan

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	77	84
2	80	89
3	82	91
4	84	94
5	79	88
6	80	90
7	81	91
8	82	93
9	85	98
10	80	92
11	78	86
12	79	87
13	80	92
14	81	90
15	80	91
16	82	95
17	79	87
18	80	91
19	80	92
20	82	93

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Pertama Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.44 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.13 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.13 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Pertama

$$\begin{aligned} \frac{100 - 75}{77 - 75} &= \frac{1 - 0.5}{x - 0.5} \\ &= 25x - 12.5 = 2(0.5) \\ 25x &= 1 + 12.5 \\ x &= \frac{13.5}{25} \\ x &= 0.54 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.54 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: Konsumsi oksigen x 4.8 Kkal = 0.54 liter/menit x 4.8 Kkal = 2.59 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.45 berikut ini.

Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Pertama

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
2	80	0,6	2,88	89	0,78	3,74
3	82	0,64	3,07	91	0,82	3,94
4	84	0,68	3,26	94	0,88	4,22
5	79	0,58	2,78	88	0,76	3,65
6	80	0,6	2,88	90	0,8	3,84
7	81	0,62	2,98	91	0,82	3,94
8	82	0,64	3,07	93	0,86	4,13
9	85	0,7	3,36	98	0,96	4,61
10	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03

Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Pertama (lanjutan).

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
11	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46
12	79	0,58	2,78	87	0,74	3,55
13	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03
14	81	0,62	2,98	90	0,8	3,84
15	80	0,6	2,88	91	0,82	3,94
16	82	0,64	3,07	95	0,9	4,32
17	79	0,58	2,78	87	0,74	3,55
18	80	0,6	2,88	91	0,82	3,94
19	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03
20	82	0,64	3,07	93	0,86	4,13
Jumlah	1611	12,22	58,66	1814	16,28	78,14
Rata-rata	80,55	0,61	2,93	90,7	0,81	3,91

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Pertama Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

2. Pekerja Kedua

Tabel 4.46 Data Denyut Jantung Pekerja Kedua Sebelum Perancangan

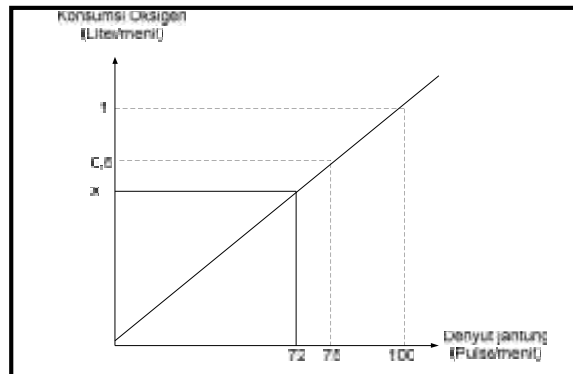
Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	72	85
2	80	93
3	82	91
4	85	97
5	84	96
6	85	94
7	83	94
8	85	95
9	87	99
10	86	99
11	83	92
12	84	93
13	84	95
14	85	96
15	84	94

Tabel 4.46 Data Denyut Jantung Pekerja Kedua Sebelum Perancangan (lanjutan).

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
16	85	96
17	86	98
18	87	98
19	83	94
20	82	91

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Kedua Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.46 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.14 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.14 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Kedua

$$\begin{aligned}
 \frac{100 - 75}{75 - 72} &= \frac{1 - 0.5}{0.5 - x} \\
 &= 12.5 - 25x = 3(0.5) \\
 25x &= -1.5 + 12.5 \\
 x &= \frac{11}{25} \\
 x &= 0.44
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.44 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: $\text{Konsumsi oksigen} \times 4.8 \text{ Kkal} = 0.44 \text{ liter/menit} \times 4.8 \text{ Kkal} = 2.11 \text{ Kkal}$.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.47 berikut ini.

Tabel 4.47 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Kedua

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	72	0,44	2,11	85	0,7	3,36
2	80	0,6	2,88	93	0,86	4,13
3	82	0,64	3,07	91	0,82	3,94
4	85	0,7	3,36	97	0,94	4,51
5	84	0,68	3,26	96	0,92	4,42
6	85	0,7	3,36	94	0,88	4,22
7	83	0,66	3,17	94	0,88	4,22
8	85	0,7	3,36	95	0,9	4,32
9	87	0,74	3,55	99	0,98	4,70
10	86	0,72	3,46	99	0,98	4,70
11	83	0,66	3,17	92	0,84	4,03
12	84	0,68	3,26	93	0,86	4,13
13	84	0,68	3,26	95	0,9	4,32
14	85	0,7	3,36	96	0,92	4,42
15	84	0,68	3,26	94	0,88	4,22
16	85	0,7	3,36	96	0,92	4,42
17	86	0,72	3,46	98	0,96	4,61
18	87	0,74	3,55	98	0,96	4,61
19	83	0,66	3,17	94	0,88	4,22
20	82	0,64	3,07	91	0,82	3,94
Jumlah	1672	13,44	64,51	1890	17,8	85,44
Rata-rata	83,6	0,67	3,23	94,5	0,89	4,27

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Kedua Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

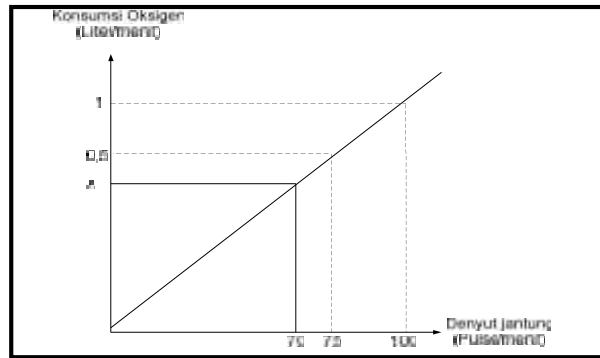
3. Pekerja Ketiga

Tabel 4.48 Data Denyut Jantung Pekerja Ketiga Sebelum Perancangan

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	70	81
2	74	85
3	75	86
4	77	88
5	80	92
6	76	88
7	76	87
8	77	89
9	80	93
10	81	95
11	83	93
12	85	99
13	84	97
14	86	98
15	83	94
16	85	95
17	87	96
18	84	94
19	83	92
20	83	91

Sumber : *Denyut Jantung Pekerja Ketiga Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri* (2012)

Berdasarkan Tabel 4.48 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.15 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.15 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Ketiga

$$\begin{aligned} \frac{100 - 75}{75 - 70} &= \frac{1 - 0.5}{0.5 - x} \\ &= 12,5 - 25x = 5(0.5) \\ 25x &= 12,5 - 2,5 \\ x &= \frac{10}{25} \\ x &= 0.4 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.4 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: Konsumsi oksigen x 4.8 Kkal = 0.4 liter/menit x 4.8 Kkal = 1.92 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.49 berikut ini.

Tabel 4.49 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Ketiga

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	70	0,4	1,92	81	0,62	2,98
2	74	0,48	2,30	85	0,7	3,36
3	75	0,5	2,40	86	0,72	3,46
4	77	0,54	2,59	88	0,76	3,65
5	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03
6	76	0,52	2,50	88	0,76	3,65
7	76	0,52	2,50	87	0,74	3,55
8	77	0,54	2,59	89	0,78	3,74
9	80	0,6	2,88	93	0,86	4,13

Tabel 4.49 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Ketiga (lanjutan).

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
10	81	0,62	2,98	95	0,9	4,32
11	83	0,66	3,17	93	0,86	4,13
12	85	0,7	3,36	99	0,98	4,70
13	84	0,68	3,26	97	0,94	4,51
14	86	0,72	3,46	98	0,96	4,61
15	83	0,66	3,17	94	0,88	4,22
16	85	0,7	3,36	95	0,9	4,32
17	87	0,74	3,55	96	0,92	4,42
18	84	0,68	3,26	94	0,88	4,22
19	83	0,66	3,17	92	0,84	4,03
20	83	0,66	3,17	91	0,82	3,94
Jumlah	1609	12,18	58,46	1833	16,66	79,97
Rata-rata	80,45	0,61	2,92	91,65	0,83	4,00

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Ketiga Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

4. Pekerja Keempat

Tabel 4.50 Data Denyut Jantung Pekerja Keempat Sebelum Perancangan

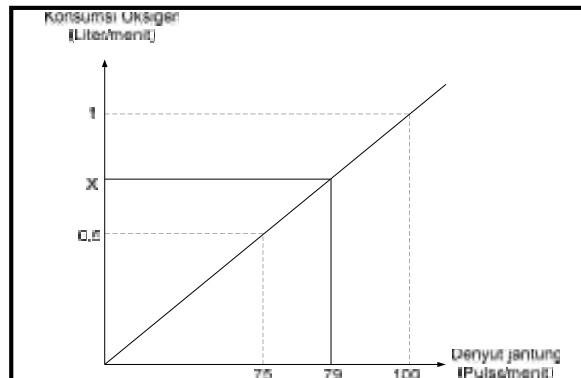
Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	79	85
2	78	84
3	79	86
4	80	89
5	80	90
6	81	90
7	83	94
8	85	95
9	81	93
10	80	92
11	80	91
12	79	89
13	79	90
14	78	89
15	80	91

Tabel 4.50 Data Denyut Jantung Pekerja Keempat Sebelum Perancangan (lanjutan).

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
16	87	96
17	84	94
18	85	95
19	86	96
20	84	95

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Keempat Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.50 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.16 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.16 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Keempat

$$\begin{aligned}
 \frac{100 - 75}{79 - 75} &= \frac{1 - 0.5}{x - 0.5} \\
 &= 25x - 12.5 = 4(0.5) \\
 25x &= 2 + 12.5 \\
 x &= \frac{14.5}{25} \\
 x &= 0.58
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.58 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: $\text{Konsumsi oksigen} \times 4.8 \text{ Kkal} = 0.58 \text{ liter/menit} \times 4.8 \text{ Kkal} = 2.78 \text{ Kkal}$.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.51 berikut ini.

Tabel 4.51 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Keempat

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
2	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
3	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
4	80	0,6	2,88	89	0,78	3,74
5	80	0,6	2,88	90	0,8	3,84
6	81	0,62	2,98	90	0,8	3,84
7	83	0,66	3,17	94	0,88	4,22
8	85	0,7	3,36	95	0,9	4,32
9	81	0,62	2,98	93	0,86	4,13
10	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03
11	80	0,6	2,88	91	0,82	3,94
12	79	0,58	2,78	89	0,78	3,74
13	79	0,58	2,78	90	0,8	3,84
14	78	0,56	2,69	89	0,78	3,74
15	80	0,6	2,88	91	0,82	3,94
16	87	0,74	3,55	96	0,92	4,42
17	84	0,68	3,26	94	0,88	4,22
18	85	0,7	3,36	95	0,9	4,32
19	86	0,72	3,46	96	0,92	4,42
20	84	0,68	3,26	95	0,9	4,32
Jumlah	1628	12,56	60,29	1824	16,48	79,10
Rata-rata	81,4	0,63	3,01	91,2	0,82	3,96

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Keempat Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

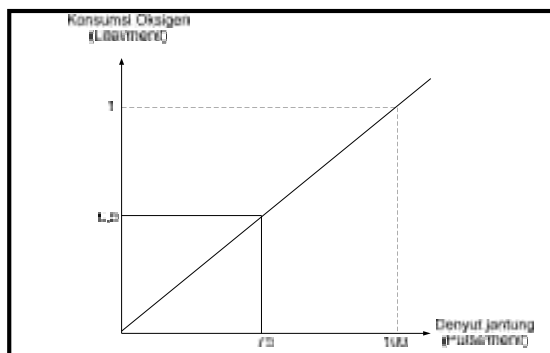
5. Pekerja Kelima

Tabel 4.52 Data Denyut Jantung Pekerja Kelima Sebelum Perancangan

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	75	81
2	77	86
3	82	91
4	85	97
5	84	96
6	85	94
7	83	94
8	85	95
9	87	99
10	86	99
11	83	92
12	84	93
13	84	95
14	85	96
15	84	94
16	85	96
17	86	98
18	87	98
19	83	94
20	81	89

Sumber : *Denyut Jantung Pekerja Kelima Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri* (2012)

Berdasarkan Tabel 4.52 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.17 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.17 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Kelima

$$\begin{aligned}\frac{100 - 75}{75 - 75} &= \frac{1 - 0.5}{x - 0.5} \\ &= 25x - 12.5 = 0 \quad (0.5) \\ 25x &= 0 + 12.5 \\ x &= \frac{12.5}{25} \\ x &= 0.5\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.5 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: Konsumsi oksigen x 4.8 Kkal = 0.5 liter/menit x 4.8 Kkal = 2.4 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.53 berikut ini.

Tabel 4.53 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Kelima

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	75	0,5	2,40	81	0,62	2,98
2	77	0,54	2,59	86	0,72	3,46
3	82	0,64	3,07	91	0,82	3,94
4	85	0,7	3,36	97	0,94	4,51
5	84	0,68	3,26	96	0,92	4,42
6	85	0,7	3,36	94	0,88	4,22
7	83	0,66	3,17	94	0,88	4,22
8	85	0,7	3,36	95	0,9	4,32
9	87	0,74	3,55	99	0,98	4,70

Tabel 4.53 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Kelima (lanjutan).

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
10	86	0,72	3,46	99	0,98	4,70
11	83	0,66	3,17	92	0,84	4,03
12	84	0,68	3,26	93	0,86	4,13
13	84	0,68	3,26	95	0,9	4,32
14	85	0,7	3,36	96	0,92	4,42
15	84	0,68	3,26	94	0,88	4,22
16	85	0,7	3,36	96	0,92	4,42
17	86	0,72	3,46	98	0,96	4,61
18	87	0,74	3,55	98	0,96	4,61
19	83	0,66	3,17	94	0,88	4,22
20	81	0,62	2,98	89	0,78	3,74
Jumlah	1671	13,42	64,42	1877	17,54	84,19
Rata-rata	83,55	0,67	3,22	93,85	0,88	4,21

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Kelima Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

6. Pekerja Keenam

Tabel 4.54 Data Denyut Jantung Pekerja Keenam Sebelum Perancangan

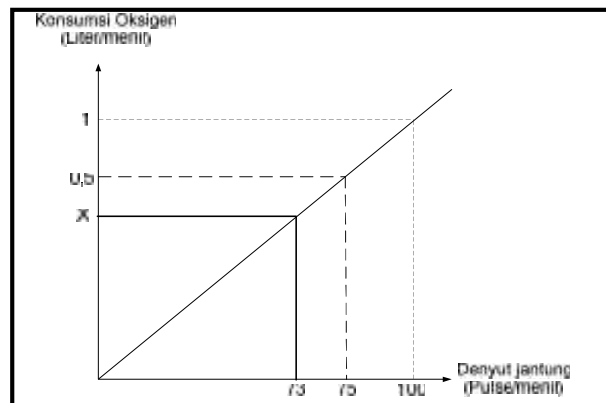
Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	73	80
2	75	82
3	75	86
4	77	88
5	80	92
6	76	88
7	76	87
8	77	89
9	80	93
10	81	95
11	83	93
12	86	99
13	84	97
14	86	98
15	83	94

Tabel 4.54 Data Denyut Jantung Pekerja Keenam Sebelum Perancangan (lanjutan).

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
16	85	95
17	87	96
18	84	94
19	82	92
20	81	91

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.54 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.18 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.18 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Keenam

$$\begin{aligned}
 \frac{100 - 75}{75 - 73} &= \frac{1 - 0.5}{0.5 - x} \\
 &= 12,5 - 25x = 2(0.5) \\
 25x &= 12,5 - 1 \\
 x &= \frac{11,5}{25} \\
 x &= 0.46
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.46 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: $\text{Konsumsi oksigen} \times 4.8 \text{ Kkal} = 0.46 \text{ liter/menit} \times 4.8 \text{ Kkal} = 2.21 \text{ Kkal}$.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.55 berikut ini.

Tabel 4.55 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Keenam

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	73	0,46	2,21	80	0,6	3,26
2	75	0,5	2,40	82	0,64	3,36
3	75	0,5	2,40	86	0,72	3,74
4	77	0,54	2,59	88	0,76	3,74
5	80	0,6	2,88	92	0,84	3,84
6	76	0,52	2,50	88	0,76	3,84
7	76	0,52	2,50	87	0,74	4,22
8	77	0,54	2,59	89	0,78	4,32
9	80	0,6	2,88	93	0,86	4,13
10	81	0,62	2,98	95	0,9	4,03
11	83	0,66	3,17	93	0,86	3,94
12	86	0,72	3,46	99	0,98	3,74
13	84	0,68	3,26	97	0,94	3,84
14	86	0,72	3,46	98	0,96	3,74
15	83	0,66	3,17	94	0,88	3,94
16	85	0,7	3,36	95	0,9	4,42
17	87	0,74	3,55	96	0,92	4,22
18	84	0,68	3,26	94	0,88	4,22
19	82	0,64	3,07	92	0,84	4,42
20	81	0,62	2,98	91	0,82	4,32
Jumlah	1611	12,22	58,66	1829	16,58	79,30
Rata-rata	80,55	0,61	2,93	91,45	0,83	3,96

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Keenam Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

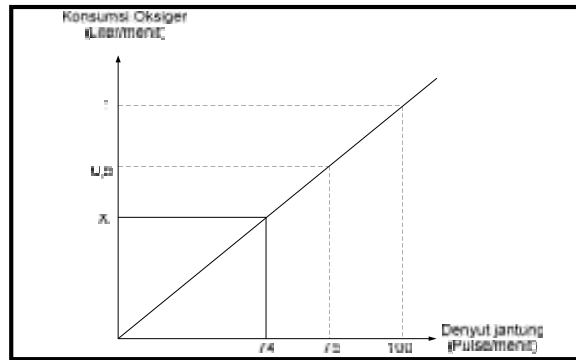
7. Pekerja Ketujuh

Tabel 4.56 Data Denyut Jantung Pekerja Ketujuh Sebelum Perancangan

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	74	84
2	75	85
3	79	89
4	81	89
5	80	90
6	81	90
7	83	94
8	85	95
9	81	93
10	80	92
11	80	91
12	79	89
13	79	90
14	78	89
15	80	91
16	87	96
17	84	94
18	85	94
19	86	96
20	85	95

Sumber : *Denyut Jantung Pekerja Ketujuh Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri* (2012)

Berdasarkan Tabel 4.56 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.19 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.19 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Ketujuh

$$\begin{aligned}\frac{100 - 75}{75 - 74} &= \frac{1 - 0.5}{0.5 - x} \\ &= 25x - 12.5 = 1(0.5) \\ 25x &= -0.5 + 12.5 \\ x &= \frac{12}{25} \\ x &= 0.48\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.48 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: Konsumsi oksigen x 4.8 Kkal = 0.48 liter/menit x 4.8 Kkal = 2.30 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.57 berikut ini.

Tabel 4.57 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Ketujuh

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	74	0,48	2,30	84	0,68	3,26
2	75	0,5	2,40	85	0,7	3,36
3	79	0,58	2,78	89	0,78	3,74
4	81	0,62	2,98	89	0,78	3,74
5	80	0,6	2,88	90	0,8	3,84
6	81	0,62	2,98	90	0,8	3,84
7	83	0,66	3,17	94	0,88	4,22
8	85	0,7	3,36	95	0,9	4,32
9	81	0,62	2,98	93	0,86	4,13

Tabel 4.57 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Ketujuh (lanjutan).

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
10	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03
11	80	0,6	2,88	91	0,82	3,94
12	79	0,58	2,78	89	0,78	3,74
13	79	0,58	2,78	90	0,8	3,84
14	78	0,56	2,69	89	0,78	3,74
15	80	0,6	2,88	91	0,82	3,94
16	87	0,74	3,55	96	0,92	4,42
17	84	0,68	3,26	94	0,88	4,22
18	85	0,7	3,36	94	0,88	4,22
19	86	0,72	3,46	96	0,92	4,42
20	85	0,7	3,36	95	0,9	4,32
Jumlah	1622	12,44	59,71	1826	16,52	79,30
Rata-rata	81,1	0,62	2,99	91,3	0,83	3,96

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Ketujuh Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

8. Pekerja Kedelapan

Tabel 4.58 Data Denyut Jantung Pekerja Kedelapan Sebelum Perancangan

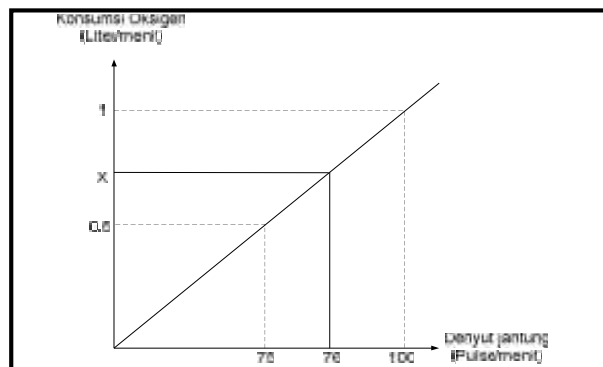
Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	76	85
2	79	87
3	82	91
4	84	94
5	80	88
6	80	90
7	81	91
8	82	93
9	85	98
10	80	92
11	78	86
12	79	87
13	80	92
14	81	90
15	80	91

Tabel 4.58 Data Denyut Jantung Pekerja Kedelapan Sebelum Perancangan (lanjutan).

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
16	82	95
17	79	87
18	82	91
19	80	92
20	81	93

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Kedelapan Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.58 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.20 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.20 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Kedelapan

$$\begin{aligned}
 \frac{100 - 75}{76 - 75} &= \frac{1 - 0.5}{x - 0.5} \\
 &= 25x - 12.5 = 1(0.5) \\
 25x &= 0.5 + 12.5 \\
 x &= \frac{13}{25} \\
 x &= 0.52
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.52 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: $\text{Konsumsi oksigen} \times 4.8 \text{ Kkal} = 0.52 \text{ liter/menit} \times 4.8 \text{ Kkal} = 2.50 \text{ Kkal}$.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.59 berikut ini.

Tabel 4.59 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan Pada Pekerja Kedelapan

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
2	79	0,58	2,78	87	0,74	3,55
3	82	0,64	3,07	91	0,82	3,94
4	84	0,68	3,26	94	0,88	4,22
5	80	0,6	2,88	88	0,76	3,65
6	80	0,6	2,88	90	0,8	3,84
7	81	0,62	2,98	91	0,82	3,94
8	82	0,64	3,07	93	0,86	4,13
9	85	0,7	3,36	98	0,96	4,61
10	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03
11	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46
12	79	0,58	2,78	87	0,74	3,55
13	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03
14	81	0,62	2,98	90	0,8	3,84
15	80	0,6	2,88	91	0,82	3,94
16	82	0,64	3,07	95	0,9	4,32
17	79	0,58	2,78	87	0,74	3,55
18	82	0,64	3,07	91	0,82	3,94
19	80	0,6	2,88	92	0,84	4,03
20	81	0,62	2,98	93	0,86	4,13
Jumlah	1611	12,22	58,66	1813	16,26	78,05
Rata-rata	80,55	0,61	2,93	90,65	0,81	3,90

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Kedelapan Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

4.2.4 Menentukan Waktu Baku Proses Sebelum Perancangan

Data waktu proses pembuatan gerabah yang didapat sebelum melakukan perancangan sudah didapat, selanjutnya akan diuji keseragaman dan kecukupan datanya. uji keseragaman data mempunyai tujuan agar data yang akan kita gunakan tersebut berada dalam batas kontrol yang telah ditentukan, sehingga

apabila terdapat data yang melebihi batas kontrol tersebut maka data dibuang dan tidak digunakan dalam perhitungan. Uji kecukupan data digunakan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan cukup secara objektif.

1. Uji Keseragaman Data Waktu Pembuatan Gerabah Sebelum

Perancangan

Perhitungan yang dilakukan untuk uji keseragaman waktu pembuatan gerabah sebelum perancangan pada Tabel 4.60 berikut.

Tabel 4.60 Data Waktu Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

Pekerja Produk	1	2	3	4	5	6	7	8
1	6,53	6,56	7,03	7,01	6,58	7,03	7,02	6,59
2	6,45	6,58	7,02	7,01	6,55	7,01	7,01	6,55
3	7	7,02	7,02	6,58	7,02	6,57	7,03	6,53
4	6,41	7,03	6,59	6,59	7,02	6,57	6,55	7,03
5	7,01	7,01	6,59	7,01	7,01	6,5	6,56	7,02
6	6,58	6,57	6,55	7,02	6,55	6,48	7,02	7,01
7	6,55	6,57	6,53	7,03	6,53	6,52	6,55	6,58
8	7,02	7	7,03	7,02	7,03	6,51	6,57	6,59
9	7,02	7	7,02	6,55	7,02	6,56	6,54	7,01
10	7,01	7,01	7,01	6,57	7,01	6,59	6,55	7,02
11	6,59	7,02	7	6,54	7	6,55	7	7
12	6,45	7,01	7	6,55	7	6,53	7	7,03
13	6,5	7,03	6,54	6,59	7,01	7,03	6,5	7,01
14	6,48	6,55	6,56	7,01	7,02	7,02	6,48	6,57
15	6,52	6,56	6,57	7	7	6,56	6,52	6,57
16	6,51	6,59	6,55	7	7	6,57	6,51	7,02
17	6,56	6,59	6,55	7,01	6,59	6,55	6,56	7,01
18	6,57	7,01	6,59	7,02	6,59	6,55	6,48	7,03
19	6,49	7,02	6,58	7	7,01	6,59	6,52	6,55
20	6,49	7,01	6,57	7	7,02	7	6,51	6,56
Rata-rata/ pekerja	6,64	6,84	6,75	6,86	6,88	6,66	6,67	6,81
Jumlah rata- rata seluruh pekerja	54,11							
Rata –rata seluruh pekerja	6,76							

Sumber : Waktu Kerja Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

a. Rata-rata (\bar{X})

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum x_i}{k} \\ &= \frac{54,11}{8} \\ &= 6,76\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(6,53 - 6,76)^2 + (6,56 - 6,76)^2 + \dots + (6,56 - 6,76)^2}{160 - 1}} \\ &= 0,24\end{aligned}$$

c. Standar Deviasi Rata-rata

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{x}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{k}} \\ &= \frac{0,24}{\sqrt{8}} \\ &= 0,08\end{aligned}$$

d. Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma_{\bar{x}} \\ &= 6,76 + 2(0,08) \\ &= 6,93\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma_{\bar{x}} \\ &= 6,76 - 2(0,08) \\ &= 6,60\end{aligned}$$



Gambar 4.21 Peta Keseragaman Waktu Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

1. Uji Kecukupan Data Waktu Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

Sebelum melakukan pengolahan data selanjutnya, maka data tersebut perlu di uji untuk mengetahui apakah data yang sudah diamati telah cukup atau belum. Adapun pengolahan data uji kecukupan waktu pembuatan gerabah sebelum perancangan dengan menggunakan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5% adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 N' &= \left[\frac{(\frac{1}{N}) \sqrt{N (\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \\
 &= \left[\frac{40 \sqrt{160(7327,16) - (1170940)}}{1082,1} \right]^2 \\
 &= 1,92
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa $N' < N$ yaitu $1,92 < 160$, maka data waktu pembuatan gerabah sebelum perancangan yang telah diamati dikatakan cukup.

2. Menentukan *Performance Rating*

Faktor-faktor penyesuaian yang digunakan untuk menentukan *performance rating* adalah penyesuaian dengan metode *westinghouse* yang meliputi keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*) dan konsistensi (*consistency*). Berdasarkan sistem penentuan tersebut, maka *performance rating* untuk kondisi kerja operasi yang ada sekarang dapat dihitung sebagai berikut :

Keterampilan (<i>skill</i>)	:	<i>Good</i> (C1)	= + 0.06
Usaha (<i>effort</i>)	:	<i>Good</i> (C2)	= + 0.02
Kondisi Kerja	:	<i>Fair</i> (E)	= - 0.03
Konsistensi	:	<i>Average</i> (D)	= 0.00
Total			= + 0.05

Jadi faktor penyesuaiannya (P) = $1 + 0.05 = 1.05$ maka diperoleh besarnya faktor penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 4.56 berikut ini.

Tabel 4.61 *Performance Rating* Pekerja Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

No	Keterampilan (<i>Skill</i>)	Usaha (<i>Effort</i>)	Kondisi Kerja (<i>Condition</i>)	Konsistensi (<i>Consistency</i>)	Nilai <i>Peformance</i> <i>Rating</i>	Faktor Penyesuaian
1	<i>Good</i> (C1)	<i>Good</i> (C2)	<i>Fair</i> (E)	<i>Average</i> (D)	+ 0.05	1.05
2	<i>Good</i> (C2)	<i>Excellent</i> (B2)	<i>Fair</i> (E)	<i>Average</i> (D)	+0.08	1.08
3	<i>Good</i> (C2)	<i>Excellent</i> (B2)	<i>Fair</i> (E)	<i>Good</i> (C)	+ 0.09	1.09
4	<i>Good</i> (C1)	<i>Excellent</i> (B2)	<i>Fair</i> (E)	<i>Good</i> (C)	+ 0.12	1.12
5	<i>Good</i> (C2)	<i>Excellent</i> (B1)	<i>Fair</i> (E)	<i>Average</i> (D)	+ 0.10	1.10
6	<i>Good</i> (C2)	<i>Excellent</i> (B2)	<i>Fair</i> (E)	<i>Good</i> (C)	+ 0.09	1.09
7	<i>Good</i> (C1)	<i>Good</i> (C1)	<i>Fair</i> (E)	<i>Average</i> (D)	+ 0.08	1.08
8	<i>Good</i> (C1)	<i>Good</i> (C1)	<i>Fair</i> (E)	<i>Good</i> (C)	+ 0.09	1.09

Sumber : *Performance Rating* Pekerja Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan di CV.Nuansa Riau Asri (2012)

3. Menetapkan *Allowance*

Pada penelitian ini untuk menentukan besarnya *allowance* dilakukan menggunakan tabel penyesuaian dengan menilai besarnya tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, keadaan temperatur tempat kerja, keadaan atmosfer tempat kerja, dan keadaan lingkungan tempat kerja. Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* pada Tabel 4.57 berikut.

Tabel 4.62 *Allowance* pada Pekerja Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

NO	Faktor	Jenis Pekerjaan	%-tase Kelonggaran
1	Tenaga yang dikeluarkan	(Ringan), kegiatannya berulang	9
2	Sikap terja	Bekerja duduk, ringan	1
3	Gerakan kerja	Agak terbatas, tidak bisa berpindah	4
4	Keadaan temperatur tempat kerja	Normal, memiliki suhu berkisar 28C°	4
5	Keadaan atmosfer	(Cukup) atap yang rendah	3
6	Kelelahan mata	Pandangan terus menerus dengan fokus tetap (teliti)	14
7	Keadaan lingkungan	Kurang bersih, sempit	1
Total			36 %

Sumber : *Allowance Pada Pekerja Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan di CV. Nuansa Riau Asri* (2012)

Jadi, pada proses kerja pembuatan gerabah sebelum perancangan memiliki *allowance* sebesar 36 %.

4. Menentukan Waktu Baku Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

Setelah melakukan pengujian keseragaman, dan kecukupan data maka pengolahan data selanjutnya untuk menentukan waktu baku pembuatan gerabah sebelum perancangan. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

- a. Waktu siklus rata-rata (W_s) pekerja pertama

Perhitungan waktu siklus rata-rata menggunakan persamaan:

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{132,74}{20} = 6,64 \text{ Menit} = 7,4 \text{ Menit}$$

- b. Waktu normal pekerja pertama

$$\begin{aligned} W_n &= W_s \times p \\ &= 6,64 \times 1.05 \\ &= 6,97 \text{ menit} = 7,37 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. Waktu baku pekerja pertama

Perhitungan waktu baku mempertimbangkan kelonggaran-kelonggaran yang mungkin terjadi. Berdasarkan pengamatan maka diperoleh waktu bakunya yaitu:

$$\begin{aligned} W_b &= W_n \times (1+a) \\ &= 6,97 \times (1+ 0.36) \\ &= 9,48 \text{ menit} \end{aligned}$$

Adapun perhitungan waktu baku pembuatan gerabah dari pekerja CV. Nuansa Riau Asri, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.58 berikut ini.

Tabel 4.63 Rekapitulasi Waktu Baku Pekerja Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan

NO	<i>Faktor Penyesuaian</i>	<i>Allowance</i>	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Baku
1	1.05	36%	6,64	6,97	9,48
2	1.08	36%	6,84	7,38	10,04
3	1.09	36%	6,75	7,35	10
4	1.12	36%	6,86	7,68	10,44
5	1.10	36%	6,88	7,57	10,29
6	1.09	36%	6,66	7,26	9,88
7	1.08	36%	6,67	7,21	9,80
8	1.09	36%	6,81	7,43	10,10
Rerata			6,76	7,36	10
Jumlah Waktu Baku					80,03

Sumber : Waktu Baku Pembuatan Gerabah Sebelum Perancangan di CV.Nuansa Riau Asri (2012)

5. Perhitungan *Output* Standar Sebelum Perancangan

Untuk mengetahui *output* standar dari proses pembuatan gerabah sebelum perancangan , dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Total waktu proses dari pembuatan gerabah

sebelum perancangan yaitu : 80,03 menit

Jam kerja/hari : 480 menit

$$\text{Sehingga: } \text{Output standar} = \frac{\text{Jam kerja}}{\text{waktu baku}}$$

$$= \frac{480}{80,03}$$

$$= 5,99$$

$$= 6 \text{ unit gerabah/jam}$$

4.3 Pengolahan Data Setelah Perancangan

Pengolahan data setelah perancangan yaitu pengolahan data OWAS, pengolahan data denyut jantung untuk fisiologi kerja dan konsumsi energi, serta data pengukuran waktu kerja. Pada Gambar 4.22 berikut ini dapat dilihat keadaan kondisi kerja setelah perancangan alat pembuatan gerabah



Gambar 4.22 Kondisi Kerja Setelah Perancangan Alat Pembuat Gerabah

4.3.1 Pengolahan Data Owas Setelah Perancangan

1. Pengkategorian Postur Kerja Menggunakan Tabel OWAS

Pengolahan data menggunakan metode OWAS yaitu dengan memberikan kode (angka) pada setiap sikap kerja pada bagian punggung, tangan, kaki dan berat beban. Kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori fase kerja serta beban yang diangkat, postur tubuh dianalisa dan kemudian diberi nilai atau proses pengkodean untuk diklasifikasikan. Berikut ini adalah tabel pengkodean/penilaian analisis postur kerja dengan menggunakan metode OWAS, serta Tabel 4.64 kategori penilaian.

Tabel 4.64 Penilaian Analisis Postur Kerja

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Load
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Tabel 4.65 Kategori Penilaian metode OWAS

Nilai Kategori	Aksi Kategori
1	Tidak perlu dilakukan perbaikan
2	Perlu dilakukan perbaikan
3	Perbaikan perlu dilakukan secepat dan / atau sesegera mungkin
4	Perbaikan perlu dilakukan sekarang juga

Pada proses pembuatan gerabah setelah perancangan terdapat postur kerja yang akan diukur penilaiannya menurut metode OWAS sebagai perbandingan sebelum dan sesudah perancangan. Dimana postur kerja pembuatan gerabah setelah perancangan dapat dilihat pada Gambar 4.23 berikut ini.



Gambar 4.23 Postur Kerja Setelah Perancangan

Tabel 4.66 Pengkodean Postur Kerja Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

Sikap	Kode	Keterangan
Punggung	1	Lurus
Lengan	1	Kedua lengan berada dibawah bahu
Kaki	1	Duduk
Berat Beban	1	Kurang dari 10 Kg

Setelah didapatkan hasil pengkodean postur kerja setelah perancangan, maka dilanjutkan penentuan kategori dengan menggunakan tabel kategori penilaian postur kerja metode OWAS. Postur kerja pada pembuatan gerabah setelah perancangan didapat dengan kode 1111.

Tabel 4.67 Hasil Penilaian Analisis Postur Kerja Setelah Perancangan

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Load
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Dari Tabel 4.67 menunjukkan kategori (1), yang berarti bahwa kode 1111 yang dilakukan pekerja termasuk dalam kategori 1 yaitu pada sikap kerja ini normal dan tidak perlu perbaikan postur kerja.

2. Pengolahan Data OWAS Setelah Perancangan Dengan Software WinOwas

Ini adalah langkah untuk membagi pekerjaan kedalam fase kerja. WinOwas memungkinkan kita dapat membagi pekerjaan ke dalam 10 tahap. Kita dapat member nama setiap fase bebas, dan tahapan pekerjaan diberi nomer dari 0 sampai 9.

Workphases

Workphase 0: Postur kerja 1

Workphase 1:

Workphase 2:

Workphase 3:

Workphase 4:

Workphase 5:

Workphase 6:

Workphase 7:

Workphase 8:

Workphase 9:

OK

Cancel

Gambar 4.24 *Input Fase Kerja*

Pengamatan digolongkan kedalam 5 nomer kode. Dimana angka pertama berarti postur punggung (diberi nilai 1-4), angka kedua postur lengan (diberi nilai 1-3), angka ketiga postur kaki (diberi nilai 1-7), angka keempat yaitu beban (diberi nilai 1-3), dan kelima tahap pekerjaan analisis. Selanjutnya dapat melihat grafik hasil analisis dan hasil keseluruhan postur kerja pada Gambar 4.25 sampai Gambar 4.27.

JobEva

Back: 1 Straight, 2 Bump, 3 Hunch, 4 Bump and Twist

Arm: 1 Left below shoulder, 2 Left above shoulder, 3 Right above shoulder

Leg: 1 Sitting, 2 Standing on two legs, 3 Standing on one leg, 4 Sit on two feet, 5 Sit on one foot, 6 Kneeling, 7 Walking

Load: 1 < 20 kg, 2 > 20 kg

Workphase: 0 Postur kerja 1

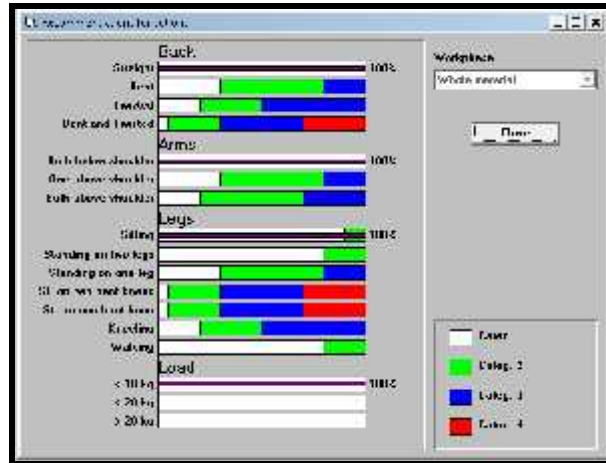
30

Postural: 1 1 1 1 0

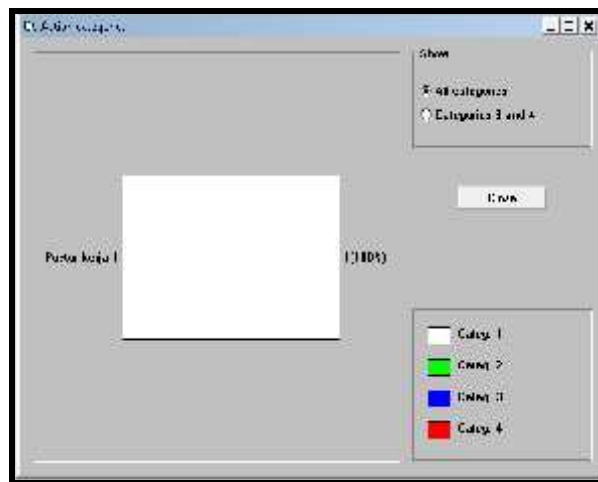
Enter Data

Report

Gambar 4.25 *Input Data Penilaian Posisi Kerja Setelah Perancangan*



Gambar 4.26 Grafik Hasil Keseluruhan Analisis Hasil Posisi Kerja Setelah Perancangan



Gambar 4.27 Hasil Posisi Kerja Setelah Perancangan

3. Analisis Postur Kerja Setelah Perancangan

Berdasarkan pengolahan data metode OWAS kondisi postur kerja pada proses pembuatan gerabah setelah perancangan termasuk pada Gambar 4.30 dengan hasil kategori 1 adalah putih yang berarti tidak perlu dilakukan perbaikan posisi kerja. Hal ini dikarenakan alat perancangan sudah ergonomis dan postur kerja pada pembuatan gerabah tidak ada lagi adanya perbaikan.

4.3.2 Pengolahan Data Denyut Jantung Setelah Perancangan

Data denyut jantung diperoleh pada saat sebelum dan sesudah pekerja melakukan pekerjaannya dengan menggunakan alat digital *pulse* meter. Perhitungan data denyut jantung pekerja setelah perancangan pada saat melakukan proses pembuatan gerabah dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut. Data denyut jantung pekerja pembuatan gerabah setelah perancangan pada saat sebelum bekerja dan sesudah dapat dilihat pada Tabel 4.68 dibawah ini.

Tabel 4.68 Data Denyut Jantung Sebelum dan Sesudah Bekerja Seluruh Pekerja Setelah Perancangan

Produk	Pekerja 1		Pekerja 2		Pekerja 3		Pekerja 4	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	77	84	74	81	75	80	73	80
2	77	86	75	82	76	80	75	82
3	79	86	75	82	76	83	75	83
4	80	86	77	84	77	84	77	83
5	79	85	76	84	78	86	77	84
6	78	83	77	84	76	85	79	86
7	78	85	78	85	76	85	78	85
8	79	86	78	86	77	86	79	85
9	80	86	79	85	76	84	80	86
10	79	85	79	86	75	84	79	85
11	78	85	80	86	75	86	80	85
12	79	86	78	85	75	85	79	85
13	80	86	79	86	77	86	79	84
14	81	86	79	86	78	85	78	84
15	80	85	80	85	78	86	79	85
16	79	84	80	85	79	86	79	86
17	78	83	78	84	78	85	80	86
18	77	84	77	84	78	85	78	84
19	79	84	76	85	77	84	78	85
20	78	83	76	85	76	84	77	85

Sumber : Denyut Jantung Seluruh Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2013)

Tabel 4.68 Data Denyut Jantung Sebelum dan Sesudah Bekerja Seluruh Pekerja Setelah Perancangan (lanjutan)

Produk	Pekerja 5		Pekerja 6		Pekerja 7		Pekerja 8	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	72	78	77	81	75	80	74	80
2	73	78	77	82	76	80	75	82
3	74	79	79	82	76	83	75	82
4	75	79	80	84	77	84	77	84
5	76	81	79	84	78	86	76	85
6	77	83	78	84	76	84	77	84
7	78	83	78	85	76	85	78	85

Tabel 4.68 Data Denyut Jantung Sebelum dan Sesudah Bekerja Seluruh Pekerja Setelah Perancangan (lanjutan)

Produk	Pekerja 5		Pekerja 6		Pekerja 7		Pekerja 8	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
8	79	84	78	86	77	86	78	86
8	79	84	78	86	77	86	78	86
9	78	84	79	86	78	86	81	86
10	77	82	79	85	79	85	80	85
11	77	82	80	85	79	86	79	84
12	78	84	78	86	80	86	78	83
13	80	86	79	86	78	85	77	84
14	80	86	79	86	79	86	79	84
15	79	85	80	85	79	86	78	83
16	79	84	79	86	79	86	79	84
17	78	85	78	84	80	86	78	85
18	77	84	78	84	78	84	77	85
19	77	84	77	86	78	85	77	84
20	76	85	76	85	77	85	76	85

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Perhitungan data denyut jantung seluruh pekerja setelah perancangan pada saat melakukan proses pembuatan gerabah setelah perancangan dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut.

1. Pekerja Pertama

Tabel 4.69 Data Denyut Jantung Pekerja Pertama Setelah Perancangan

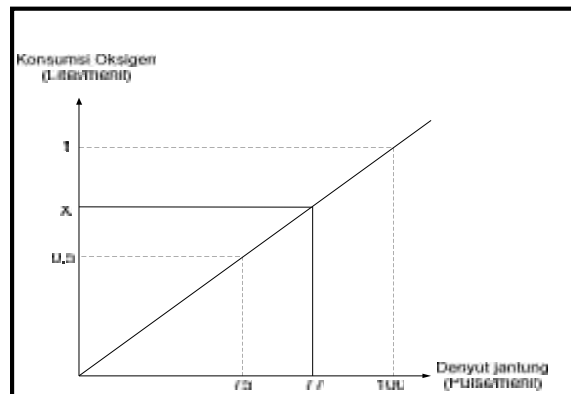
Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	77	84
2	77	86
3	79	86
4	80	86
5	79	85
6	78	83
7	78	85
8	79	86
9	80	86
10	79	85
11	78	85
12	79	86
13	80	86
14	81	86
15	80	85

Tabel 4.69 Data Denyut Jantung Pekerja Pertama Setelah Perancangan (lanjutan).

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
16	79	84
17	78	83
18	77	84
19	79	84
20	78	83

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.69 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.28 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.28 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Pertama

$$\begin{aligned}
 \frac{100 - 75}{77 - 75} &= \frac{1 - 0.5}{x - 0.5} \\
 &= 25x - 12.5 = 2(0.5) \\
 25x &= 1 + 12.5 \\
 x &= \frac{13.5}{25} \\
 x &= 0.54
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.54 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: $\text{Konsumsi oksigen} \times 4.8 \text{ Kkal} = 0.54 \text{ liter/menit} \times 4.8 \text{ Kkal} = 2.59 \text{ Kkal}$.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.70 berikut ini.

Tabel 4.70 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Pertama

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
2	77	0,54	2,59	86	0,72	3,46
3	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
4	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
5	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
6	78	0,56	2,69	83	0,66	3,17
7	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
8	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
9	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
10	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
11	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
12	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
13	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
14	81	0,62	2,98	86	0,72	3,46
15	80	0,6	2,88	85	0,7	3,36
16	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
17	78	0,56	2,69	83	0,66	3,17
18	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
19	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
20	78	0,56	2,69	83	0,66	3,17
Jumlah	1575	11,5	55,20	1698	13,96	67,01
Rata-rata	78,75	0,58	2,76	84,9	0,70	3,35

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Pertama Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

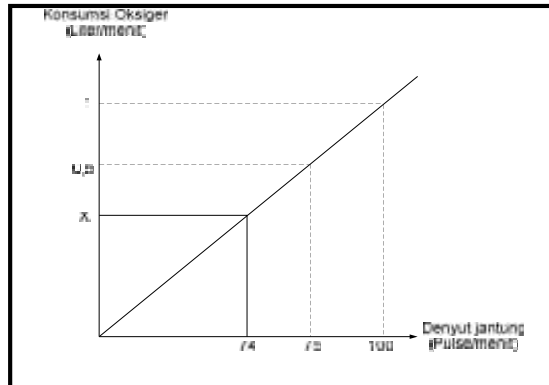
2. Pekerja Kedua

Tabel 4.71 Data Denyut Jantung Pekerja Kedua Setelah Perancangan

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	74	81
2	75	82
3	75	82
4	77	84
5	76	84
6	77	84
7	78	85
8	78	86
9	79	85
10	79	86
11	80	86
12	78	85
13	79	86
14	79	86
15	80	85
16	80	85
17	78	84
18	77	84
19	76	85
20	76	85

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.71 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.29 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.29 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Kedua

$$\begin{aligned} \frac{100 - 75}{75 - 74} &= \frac{1 - 0.5}{0.5 - x} \\ &= 12,5 - 25x = 1(0.5) \\ 25x &= -0,5 + 12,5 \\ x &= \frac{12}{25} \\ x &= 0.48 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.48 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: Konsumsi oksigen x 4.8 Kkal = 0.48 liter/menit x 4.8 Kkal = 2.30 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.72 berikut ini.

Tabel 4.72 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Kedua

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	74	0,48	2,30	81	0,62	2,98
2	75	0,5	2,40	82	0,64	3,07
3	75	0,5	2,40	82	0,64	3,07
4	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
5	76	0,52	2,50	84	0,68	3,26
6	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
7	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
8	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46

Tabel 4.72 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Kedua (lanjutan).

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
9	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
10	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
11	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
12	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
13	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
14	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
15	80	0,6	2,88	85	0,7	3,36
16	80	0,6	2,88	85	0,7	3,36
17	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
18	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
19	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
20	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
Jumlah	1551	11,02	52,90	1690	13,8	66,24
Rata-rata	77,55	0,55	2,64	84,5	0,69	3,31

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Kedua Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

3. Pekerja Ketiga

Tabel 4.73 Data Denyut Jantung Pekerja Ketiga Setelah Perancangan

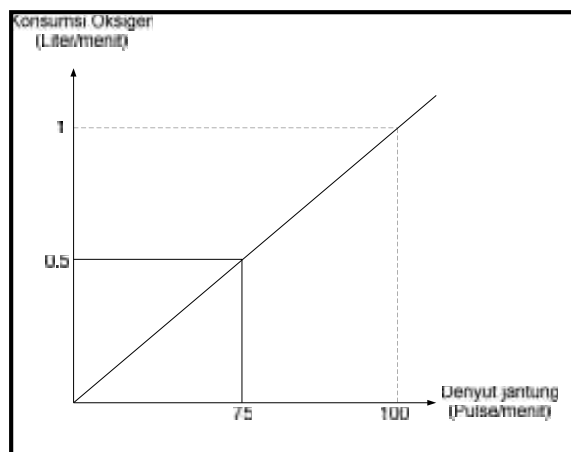
Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	75	80
2	76	80
3	76	83
4	77	84
5	78	86
6	76	85
7	76	85
8	77	86
9	76	84
10	75	84
11	75	86
12	75	85
13	77	86
14	78	85
15	78	86

Tabel 4.73 Data Denyut Jantung Pekerja Ketiga Setelah Perancangan (lanjutan)

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
16	79	86
17	78	85
18	78	85
19	77	84
20	76	84

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.73 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.30 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.30 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Ketiga

$$\begin{aligned}
 \frac{100 - 75}{75 - 75} &= \frac{1 - 0.5}{x - 0.5} \\
 &= 25x - 12.5 = 0 (0.5) \\
 25x &= 0 + 12.5 \\
 x &= \frac{12.5}{25} \\
 x &= 0.5
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.5 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: $\text{Konsumsi oksigen} \times 4.8 \text{ Kkal} = 0.5 \text{ liter/menit} \times 4.8 \text{ Kkal} = 2.4 \text{ Kkal}$.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.74 berikut ini.

Tabel 4.74 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Ketiga

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	75	0,5	2,40	80	0,6	2,88
2	76	0,52	2,50	80	0,6	2,88
3	76	0,52	2,50	83	0,66	3,17
4	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
5	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46
6	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
7	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
8	77	0,54	2,59	86	0,72	3,46
9	76	0,52	2,50	84	0,68	3,26
10	75	0,5	2,40	84	0,68	3,26
11	75	0,5	2,40	86	0,72	3,46
12	75	0,5	2,40	85	0,7	3,36
13	77	0,54	2,59	86	0,72	3,46
14	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
15	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46
16	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
17	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
18	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
19	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
20	76	0,52	2,50	84	0,68	3,26
Jumlah	1533	10,66	51,17	1689	13,78	66,14
Rata-rata	76,65	0,53	2,56	84,45	0,69	3,31

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Ketiga Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

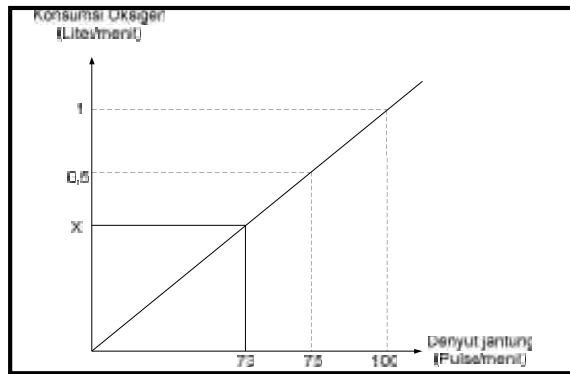
4. Pekerja Keempat

Tabel 4.75 Data Denyut Jantung Pekerja Keempat Setelah Perancangan

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	73	80
2	75	82
3	75	83
4	77	83
5	77	84
6	79	86
7	78	85
8	79	85
9	80	86
10	79	85
11	80	85
12	79	85
13	79	84
14	78	84
15	79	85
16	79	86
17	80	86
18	78	84
19	78	85
20	77	85

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.75 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabelisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.31 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.31 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Keempat

$$\begin{aligned} \frac{100 - 75}{75 - 73} &= \frac{1 - 0.5}{0.5 - x} \\ &= 12.5 - 25x = 2(0.5) \\ 25x &= -1 + 12.5 \\ x &= \frac{11.5}{25} \\ x &= 0.46 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.46 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: Konsumsi oksigen x 4.8 Kkal = 0.46 liter/menit x 4.8 Kkal = 2.21 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.76 berikut ini.

Tabel 4.76 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Keempat

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	73	0,46	2,21	80	0,6	2,88
2	75	0,5	2,40	82	0,64	3,07
3	75	0,5	2,40	83	0,66	3,17
4	77	0,54	2,59	83	0,66	3,17
5	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
6	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
7	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
8	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
9	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46

Tabel 4.76 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Keempat (lanjutan).

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
10	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
11	80	0,6	2,88	85	0,7	3,36
12	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
13	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
14	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
15	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
16	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
17	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
18	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
19	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
20	77	0,54	2,59	85	0,7	3,36
Jumlah	1559	11,18	53,66	1688	13,76	66,05
Rata-rata	77,95	0,56	2,68	84,4	0,69	3,30

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Keempat Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

5. Pekerja Kelima

Tabel 4.77 Data Denyut Jantung Pekerja Kelima Setelah Perancangan

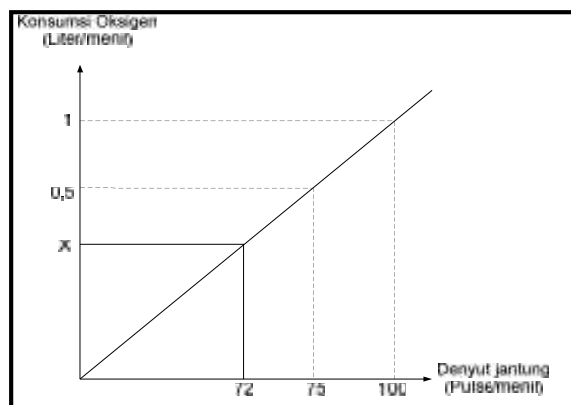
Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	72	78
2	73	78
3	74	79
4	75	79
5	76	81
6	77	83
7	78	83
8	79	84
9	78	84
10	77	82
11	77	82
12	78	84
13	80	86
14	80	86
15	79	85

Tabel 4.77 Data Denyut Jantung Pekerja Kelima Setelah Perancangan (lanjutan)

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
16	79	84
17	78	85
18	77	84
19	77	84
20	76	85

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.77 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar.4.32 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.32 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Kelima

$$\frac{100 - 75}{75 - 72} = \frac{1 - 0.5}{0.5 - x}$$

$$= 12,5 - 25x = 3(0.5)$$

$$25x = -1,5 + 12,5$$

$$x = \frac{11}{25}$$

$$x = 0.44$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.44 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: $\text{Konsumsi oksigen} \times 4.8 \text{ Kkal} = 0.44 \text{ liter/menit} \times 4.8 \text{ Kkal} = 2.11 \text{ Kkal}$.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.78 berikut ini.

Tabel 4.78 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Kelima

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	72	0,44	2,11	78	0,56	2,69
2	73	0,46	2,21	78	0,56	2,69
3	74	0,48	2,30	79	0,58	2,78
4	75	0,5	2,40	79	0,58	2,78
5	76	0,52	2,50	81	0,62	2,98
6	77	0,54	2,59	83	0,66	3,17
7	78	0,56	2,69	83	0,66	3,17
8	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
9	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
10	77	0,54	2,59	82	0,64	3,07
11	77	0,54	2,59	82	0,64	3,07
12	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
13	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
14	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
15	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
16	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
17	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
18	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
19	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
20	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
Jumlah	1540	10,8	51,84	1656	13,12	62,98
Rata-rata	77	0,54	2,59	82,8	0,66	3,15

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Kelima Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

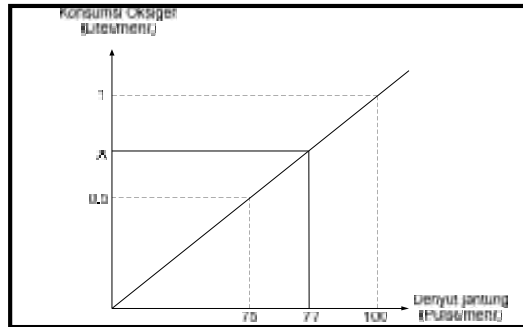
6. Pekerja Keenam

Tabel 4.79 Data Denyut Jantung Pekerja Keenam Setelah Perancangan

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	77	81
2	77	82
3	79	82
4	80	84
5	79	84
6	78	84
7	78	85
8	78	86
9	79	86
10	79	85
11	80	85
12	78	86
13	79	86
14	79	86
15	80	85
16	79	86
17	78	84
18	78	84
19	77	86
20	76	85

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.79 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabelisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.33 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.33 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen pekerja Keenam

$$\begin{aligned}\frac{100 - 75}{77 - 75} &= \frac{1 - 0.5}{x - 0.5} \\ &= 25x - 12.5 = 2(0.5) \\ 25x &= 1 + 12.5 \\ x &= \frac{13.5}{25} \\ x &= 0.54\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.54 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: Konsumsi oksigen x 4.8 Kkal = 0.54 liter/menit x 4.8 Kkal = 2.59 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.80 berikut ini.

Tabel 4.80 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Keenam

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	77	0,54	2,59	81	0,62	2,98
2	77	0,54	2,59	82	0,64	3,07
3	79	0,58	2,78	82	0,64	3,07
4	80	0,6	2,88	84	0,68	3,26
5	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
6	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
7	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
8	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46

Tabel 4.80 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Keenam (lanjutan).

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
9	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
10	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
11	80	0,6	2,88	85	0,7	3,36
12	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46
13	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
14	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
15	80	0,6	2,88	85	0,7	3,36
16	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
17	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
18	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
19	77	0,54	2,59	86	0,72	3,46
20	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
Jumlah	1568	11,36	54,53	1692	13,84	66,43
Rata-rata	78,4	0,57	2,73	84,6	0,69	3,32

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Keenam Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

7. Pekerja Ketujuh

Tabel 4.81 Data Denyut Jantung Pekerja Ketujuh Setelah Perancangan

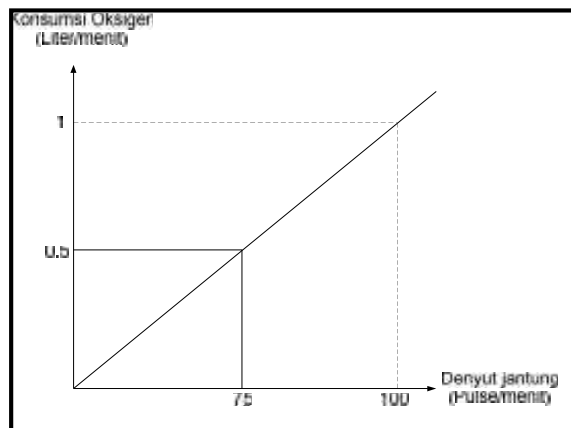
Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	75	80
2	76	80
3	76	83
4	77	84
5	78	86
6	76	84
7	76	85
8	77	86
9	78	86
10	79	85
11	79	86
12	80	86
13	78	85
14	79	86
15	79	86

Tabel 4.81 Data Denyut Jantung Pekerja Ketujuh Setelah Perancangan (lanjutan)

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
16	79	86
17	80	86
18	78	84
19	78	85
20	77	85

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.81 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 4.34 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.34 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Ketujuh

$$\begin{aligned}
 \frac{100 - 75}{75 - 75} &= \frac{1 - 0.5}{x - 0.5} \\
 &= 25x - 12.5 = 0 \quad (0.5) \\
 25x &= 0 + 12.5 \\
 x &= \frac{12.5}{25} \\
 x &= 0.5
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.5 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: $\text{Konsumsi oksigen} \times 4.8 \text{ Kkal} = 0.5 \text{ liter/menit} \times 4.8 \text{ Kkal} = 2.40 \text{ Kkal}$.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.82 berikut ini.

Tabel 4.82 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Ketujuh

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	75	0,5	2,40	80	0,6	2,88
2	76	0,52	2,50	80	0,6	2,88
3	76	0,52	2,50	83	0,66	3,17
4	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
5	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46
6	76	0,52	2,50	84	0,68	3,26
7	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
8	77	0,54	2,59	86	0,72	3,46
9	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46
10	79	0,58	2,78	85	0,7	3,36
11	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
12	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
13	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
14	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
15	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
16	79	0,58	2,78	86	0,72	3,46
17	80	0,6	2,88	86	0,72	3,46
18	78	0,56	2,69	84	0,68	3,26
19	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
20	77	0,54	2,59	85	0,7	3,36
Jumlah	1555	11,1	53,28	1694	13,88	66,62
Rata-rata	77,75	0,56	2,66	84,7	0,69	3,33

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Ketujuh Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

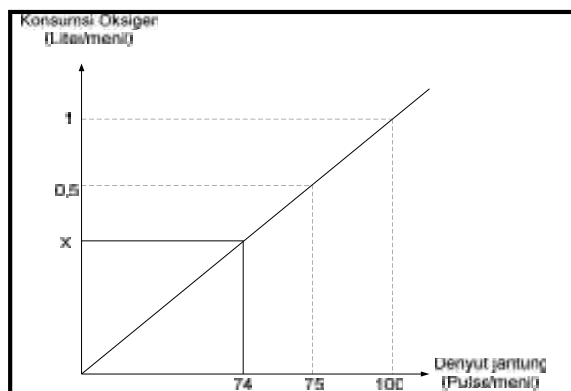
8. Pekerja Kedelapan

Tabel 4.83 Data Denyut Jantung Pekerja Kedelapan Setelah Perancangan

Produk	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	74	80
2	75	82
3	75	82
4	77	84
5	76	85
6	77	84
7	78	85
8	78	86
9	81	86
10	80	85
11	79	84
12	78	83
13	77	84
14	79	84
15	78	83
16	79	84
17	78	85
18	77	85
19	77	84
20	76	85

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

Berdasarkan Tabel 4.83 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuatan gerabah setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabelisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen pada Gambar 3.35 dengan cara interpolasi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.35 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen Pekerja Kedelapan

$$\begin{aligned}\frac{100 - 75}{75 - 74} &= \frac{1 - 0.5}{0.5 - x} \\ &= 12.5 - 25x = 1(0.5) \\ 25x &= -0.5 + 12.5 \\ x &= \frac{12}{25} \\ x &= 0.48\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0.48 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka: Konsumsi oksigen x 4.8 Kkal = 0.48 liter/menit x 4.8 Kkal = 2.30 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuatan gerabah setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.84 berikut ini.

Tabel 4.84 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Kedelapan

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	74	0,48	2,30	80	0,6	2,88
2	75	0,5	2,40	82	0,64	3,07
3	75	0,5	2,40	82	0,64	3,07
4	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
5	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
6	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
7	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
8	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46

Tabel 4.84 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan Pada Pekerja Kedelapan (lanjutan)

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
9	81	0,62	2,98	86	0,72	3,46
10	80	0,6	2,88	85	0,7	3,36
11	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
12	78	0,56	2,69	83	0,66	3,17
13	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
14	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
15	78	0,56	2,69	83	0,66	3,17
16	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
17	78	0,56	2,69	85	0,7	3,36
18	77	0,54	2,59	85	0,7	3,36
19	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
20	76	0,52	2,50	85	0,7	3,36
Jumlah	1549	10,98	52,70	1680	13,6	65,28
Rata-rata	77,45	0,55	2,64	84	0,68	3,26

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Kedelapan Saat Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

4.3.3 Menentukan Waktu Baku Proses Setelah Perancangan

Data waktu proses pembuatan gerabah yang didapat setelah perancangan sudah didapat, selanjutnya akan diuji keseragaman dan kecukupan datanya. uji keseragaman data mempunyai tujuan agar data yang akan kita gunakan tersebut berada dalam batas kontrol yang telah ditentukan, sehingga apabila terdapat data yang melebihi batas kontrol tersebut maka data dibuang dan tidak digunakan dalam perhitungan. Uji kecukupan data digunakan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan cukup secara objektif.

1. Uji Keseragaman Data Waktu Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

Perhitungan yang dilakukan untuk uji keseragaman waktu pembuatan gerabah setelah perancangan pada Tabel 4.85 berikut.

Tabel 4.85 Data Waktu Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

Pekerja Produk	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4,52	5,02	4,53	4,56	4,51	5,02	4,57	4,59
2	4,55	5,08	4,57	4,58	4,54	5,06	4,59	5,07
3	5,08	5,01	5,02	5,02	4,5	5,08	4,55	5,1
4	5,05	4,59	5,06	5	5	5,11	5,11	4,57
5	4,51	4,58	5,08	5,01	5,01	5	5,12	4,59
6	4,54	5,01	5,11	4,57	5	5,02	5,05	4,55
7	4,5	5,02	5	5,12	5,04	4,59	5,07	5,02
8	5	5,03	5,02	5,11	5,02	5,02	5,01	5,06
9	5,01	5,01	4,59	4,53	5,03	5,03	4,55	5,02
10	5	4,55	4,58	4,55	5,01	5,01	5,05	5,06
11	5,04	5,05	5,13	4,58	4,55	4,55	4,56	5,08
12	5,02	4,56	5,11	5,02	5,05	5,05	4,58	5,11
13	4,59	4,58	4,57	5,03	4,56	4,56	4,57	5
14	5,07	4,57	4,59	5,06	4,58	4,58	4,58	5,02
15	5,1	4,58	5,08	5,04	5,11	5,01	5,01	4,59
16	4,57	5,01	5,06	5,01	5,13	4,58	4,51	4,57
17	4,59	5	5,07	4,59	5,11	5,02	4,54	4,55
18	4,55	5	5,09	5	4,57	5,03	4,5	4,58
19	5,11	5,05	5,1	4,59	4,59	5,06	5	4,59
20	5,12	5,06	5,11	5,02	5,08	5,04	5,01	5
Rata-rata/ pekerja	4,83	4,87	4,92	4,85	4,85	4,92	4,78	4,84
Jumlah rata- rata seluruh pekerja	38,85							
Rata –rata seluruh pekerja	4,86							

Sumber : Waktu Kerja Pembuatan Gerabah di CV. Nuansa Riau Asri (2012)

a. Rata-rata (\bar{X})

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum x_i}{k} \\ &= \frac{38,85}{8} \\ &= 4,86\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(4,52 - 4,86)^2 + (4,55 - 4,86)^2 + \dots + (5 - 4,86)^2}{160 - 1}} \\ &= 0,24\end{aligned}$$

c. Standar Deviasi Rata-rata

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{x}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{k}} \\ &= \frac{0,24}{\sqrt{8}} \\ &= 0,08\end{aligned}$$

d. Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma_{\bar{x}} \\ &= 4,86 + 2(0,08) \\ &= 5,03\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma_{\bar{x}} \\ &= 4,86 - 2(0,08) \\ &= 4,69\end{aligned}$$



Gambar 4.36 Peta Keseragaman Waktu Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

2. Uji Kecukupan Data Waktu Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

Sebelum melakukan pengolahan data selanjutnya, maka data tersebut perlu di uji untuk mengetahui apakah data yang sudah diamati telah cukup atau belum. Adapun pengolahan data uji kecukupan waktu pembuatan gerabah setelah perancangan dengan menggunakan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5% adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 N' &= \left[\frac{(\frac{1}{N}) \sqrt{N(\sum (x_i^2)) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \\
 &= \left[\frac{40 \sqrt{160(3782,46) - (603792)}}{777} \right]^2 \\
 &= 3,88
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa $N' < N$ yaitu $3,88 < 160$, maka data waktu pembuatan gerabah setelah perancangan yang telah diamati dikatakan cukup.

3. Menentukan *Performance Rating*

Faktor-faktor penyesuaian yang digunakan untuk menentukan *performance rating* adalah penyesuaian dengan metode *westinghouse* yang meliputi keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*) dan konsistensi (*consistency*). Berdasarkan sistem penentuan tersebut, maka *performance rating* untuk kondisi kerja operasi yang ada sekarang dapat dihitung sebagai berikut :

Keterampilan (<i>skill</i>)	:	<i>Good</i> (C2)	= + 0.03
Usaha (<i>effort</i>)	:	<i>Good</i> (C1)	= + 0.05
Kondisi Kerja	:	<i>Fair</i> (E)	= - 0.03
Konsistensi	:	<i>Good</i> (D)	= 0.01
Total			= + 0.06

Jadi faktor penyesuaiannya (P) = 1 + 0.06 = 1.06 maka diperoleh besarnya faktor penyesuaian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.86 *Performance Rating* Pekerja Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

No	Keterampilan (<i>Skill</i>)	Usaha (<i>Effort</i>)	Kondisi Kerja (<i>Condition</i>)	Konsistensi (<i>Consistency</i>)	Nilai <i>Peformance</i> <i>Rating</i>	Faktor Penyesuaian
1	<i>Good</i> (C2)	<i>Good</i> (C1)	<i>Fair</i> (E)	<i>Good</i> (C)	+ 0.06	1.06
2	<i>Good</i> (C2)	<i>Good</i> (C1)	<i>Fair</i> (E)	<i>Average</i> (D)	+ 0.05	1.05
3	<i>Good</i> (C1)	<i>Good</i> (C2)	<i>Fair</i> (E)	<i>Good</i> (C)	+0.06	1.06
4	<i>Good</i> (C)	<i>Good</i> (C1)	<i>Fair</i> (E)	<i>Average</i> (D)	+ 0.08	1.08
5	<i>Good</i> (C2)	<i>Good</i> (C1)	<i>Fair</i> (E)	<i>Average</i> (D)	+ 0.05	1.05
6	<i>Good</i> (C)	<i>Good</i> (C1)	<i>Fair</i> (E)	<i>Average</i> (D)	+ 0.08	1.08
7	<i>Good</i> (C1)	<i>Good</i> (C2)	<i>Fair</i> (E)	<i>Good</i> (C)	+0.06	1.06
8	<i>Good</i> (C1)	<i>Good</i> (C2)	<i>Fair</i> (E)	<i>Good</i> (C)	+0.06	1.06

Sumber : *Performance Rating* Pekerja Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan di CV.Nuansa Riau Asri (2012)

4. Menetapkan *Allowance*

Pada penelitian ini untuk menentukan besarnya *allowance* dilakukan menggunakan tabel penyesuaian dengan menilai besarnya tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, keadaan temperatur tempat kerja, keadaan atmosfer tempat kerja, dan keadaan lingkungan tempat kerja. Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.87 *Allowance* pada Pekerja Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

NO	Faktor	Jenis Pekerjaan	%-tase Kelonggaran
1	Tenaga yang dikeluarkan	(Ringan), karena menggunakan alat bantu	8
2	Sikap terja	Bekerja duduk, ringan	1
3	Gerakan kerja	Agak terbatas, tidak bisa berpindah	5
4	Keadaan temperatur tempat kerja	Normal, memiliki suhu berkisar 28C°	5
5	Keadaan atmosfer	(Cukup) atap yang rendah	2
6	Kelelahan mata	Pandangan terus menerus dengan fokus tetap (teliti)	17
7	Keadaan lingkungan	Kurang bersih, sempit	1
Total			39 %

Sumber : *Allowance Pada Pekerja Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan di CV. Nuansa Riau Asri* (2012)

Jadi, pada proses kerja pembuatan gerabah setelah perancangan memiliki *allowance* sebesar 39 %

5. Menentukan Waktu Baku Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

Setelah melakukan pengujian keseragaman, dan kecukupan data maka pengolahan data selanjutnya untuk menentukan waktu baku pembuatan gerabah setelah perancangan. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

- a. Waktu siklus rata-rata (W_s) pekerja pertama

Perhitungan waktu siklus rata-rata menggunakan persamaan:

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{96,52}{20} = 4,83 \text{ Menit} = 5,23 \text{ Menit}$$

- b. Waktu normal pekerja pertama

$$\begin{aligned} W_n &= W_s \times p \\ &= 4,83 \times 1.06 \\ &= 5,12 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. Waktu baku pekerja pertama

Perhitungan waktu baku mempertimbangkan kelonggaran-kelonggaran yang mungkin terjadi. Berdasarkan pengamatan maka diperoleh waktu bakunya yaitu:

$$\begin{aligned} W_b &= W_n \times (1+a) \\ &= 5,12 \times (1+ 0.39) \\ &= 7,11 \text{ menit} \end{aligned}$$

Adapun perhitungan waktu baku pembuatan gerabah dari pekerja CV. Nuansa Riau Asri, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.83 berikut ini.

Tabel 4.88 Waktu Baku Seluruh Pekerja Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan

6	<i>Faktor Penyesuaian</i>	<i>Allowance</i>	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Baku
1	1.06	39%	4,83	5,12	7,11
2	1.05	39%	4,87	5,11	7,10
3	1.06	39%	4,92	5,22	7,25
4	1.08	39%	4,85	5,24	7,28
5	1.05	39%	4,85	5,09	7,08
6	1.08	39%	4,92	5,31	7,39
7	1.06	39%	4,78	5,06	7,04
8	1.06	39%	4,84	5,13	7,13
Rerata			4,86	5,16	7,17
Jumlah Waktu Baku					57,38

Sumber : Waktu Baku Pembuatan Gerabah Setelah Perancangan di CV.Nuansa Riau Asri (2012)

6. Perhitungan *Output* Standar Setelah Perancangan

Total waktu proses dari pembuatan gerabah

setelah perancangan yaitu : 57,38 menit

Jam kerja/hari : 480 menit

Sehingga: *Output* standar = $\frac{\text{Jam kerja}}{\text{waktu baku}}$

$$= \frac{480}{57,38}$$

$$= 8,36$$

$$= 8 \text{ unit gerabah/jam}$$

4.4 Menentukan Produktivitas Kerja dari Tenaga kerja Manusia

Melalui waktu baku dan *output* standar yang dihasilkan kita dapat melihat apakah produktivitas pekerja meningkat setelah dilakukan perancangan alat pembuat gerabah. Adapun peningkatan produktivitas tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{\text{Produktivitas}}{\text{TenagaKerja}} &= \frac{\text{Output2} - \text{Output1}}{\sum \text{Output1}} \times 100\% \\ &= \frac{8 - 6}{6} \times 100\% \\ &= 33,33 \%\end{aligned}$$

Dimana : Output 1 = output standar sbelum perancangan.

Output 2 = output standar setelah perancangan.

BAB V ANALISA

5.1 Analisa Data Antropometri Alat Pembuatan Gerabah

Perancangan alat pembuat gerabah dirancang berdasarkan data antropometri pekerja. Sehubungan dengan hal tersebut, perlu adanya beberapa data ukuran antropometri yang nantinya akan digunakan untuk perancangan. Penggunaan data antropometri dikaitkan dengan subyek pemakai dan pemilihan data yang sesuai.

Data antropometri yang digunakan dalam perancangan alat pembuatan gerabah antara lain:

1. Tinggi Lutut Duduk (TLD)

Data antropometri tinggi lutut duduk (tld) digunakan untuk menentukan tinggi meja pemutar alat pembuat gerabah digunakan data antropometri tinggi lutut duduk (tld). Sedangkan persentil yang digunakan untuk menentukan tinggi meja pemutar alat pembuat gerabah ini adalah persentil 10th sebesar 44.81 cm dibulatkan menjadi 45 cm. Persentil 10th dipilih karena persentil 10th termasuk persentil rendah, agar semua pekerja dapat menggunakan alat pembuat gerabah ini yang khususnya pada bagian tinggi meja pemutar bekerja dengan efektif dan efisien dalam menghasilkan produk.

2. Tinggi Badan Duduk (TBD)

Pada alat pembuat gerabah terdapat sebuah kursi, Kursi pada alat ini mempunyai alas dan sandaran kursi. Untuk menentukan panjang sandaran kursi digunakan data antropometri tinggi badan duduk (tbd). Persentil yang digunakan untuk menentukan panjang sandaran kursi ini adalah persentil 50th sebesar 56.3 cm dibulatkan menjadi 56 cm. Persentil 50th dipilih agar semua pekerja dapat bersandar di kursi pada saat bekerja dan dapat mengurangi kelelahan pada bagian punggung.

3. Lebar Sandaran Duduk (LSD)

Lebar sandaran kursi dan lebar alas kursi menggunakan data antropometri yang sama yaitu data antropometri lebar sandaran duduk (lsd). Persentil yang digunakan untuk menentukan panjang sandaran kursi ini adalah persentil 90th sebesar 37,98 cm dibulatkan menjadi 38 cm. Persentil 90th dipilih agar semua pekerja nyaman bersandar dan menduduki menggunakan kursi pada saat bekerja dan dapat mengurangi kelelahan serta keluhan bekerja.

4. Pantat Popliteal (PP)

Untuk menentukan panjang alas kursi data yang digunakan data antropometri pantat popliteal (pp). Persentil yang digunakan untuk menentukan panjang alas kursi ini adalah persentil 50th sebesar 47.8 cm dibulatkan menjadi 48 cm. Persentil 50th dipilih karena persentil 50th telah cocok menduduki alas kursi pada saat bekerja dan dapat mengurangi kelelahan nantinya.

5. Tinggi Popliteal (TPO)

Tinggi kursi pada alat pembuat gerabah ini menggunakan data antropometri tinggi popliteal (tpo). Pada tinggi kursi menggunakan 3 persentil yaitu persentil 10th, persentil 50th, dan persentil 95th. Pada persentil 10th sebesar 37.99 cm dibulatkan menjadi 38 cm, pada persentil 50th sebesar 43.8 cm dibulatkan menjadi 44 cm dan persentil 95th sebesar 51,25 cm dibulatkan menjadi 51 cm. Penggunaan 3 persentil pada tinggi kursi dibutuhkan untuk mengatur tinggi dan rendahnya kursi. Sehingga semua pekerja dapat menggunakan kursi dengan posisi nyaman.

6. Jangkauan Tangan Ke Depan (JTD)

Pada penghubung meja pemutar dan kursi menggunakan data antropometri jangkauan tangan ke depan (jtd). Data antropometri jangkauan tangan ke depan (jtd) ini digunakan untuk menentukan jarak meja pemutar dan kursi. Persentil yang digunakan pada jarak penghubung ini menggunakan 3 persentil yaitu persentil 10th, persentil 50th, dan persentil 90th.

Pada persentil 10th sebesar 52,33 cm dibulatkan menjadi 52 cm, pada persentil 50th sebesar 63,6 cm dibulatkan menjadi 63 cm dan persentil 95th sebesar 74,86 cm dibulatkan menjadi 75 cm. Penggunaan 3 persentil pada

jarak penghubung meja pemutar dan kursi dibutuhkan untuk mengatur jauh dan dekat jangkauan tangan pada saat membuat gerabah.

5.2 Analisa Perbandingan Data OWAS

Data Owas dilakukan dengan cara mengambil dokumentasi pekerjaan dalam pembuatan gerabah. Pengambilan dokumentasi posisi kerja atau postur kerja selama pembuatan gerabah sebelum perancangan dan setelah perancangan.

Berdasarkan Gambar 1.2 (Hal I-3) pengolahan data metode OWAS kondisi postur kerja pada proses pembuatan gerabah sebelum perancangan termasuk kategori 3 yang berarti perlu dilakukan perbaikan secepatnya. Pada sikap kerja ini berbahaya pada sistem musculoskeletal (postur kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang signifikan) Perbaikan perlu dilakukan secepat dan / atau sesegera mungkin.

Pada postur kerja ketiga ini yang harus dirubah adalah posisi punggung yang membungkuk dan kaki dalam posisi duduk namun terlihat jongkok karena dapat menimbulkan sakit saat bekerja. Bentuk usulan perubahan yang diberikan yaitu punggung lurus dan kaki dalam posisi duduk. Untuk mencapai postur usulan hendaknya dilakukan perancangan fasilitas kerja yang baik untuk mengurangi kelelahan yang terjadi pada pekerja. Usulan postur kerja pembuatan gerabah dapat dilihat pada Gambar 4.5 (Hal IV-10).

Berdasarkan Gambar 4.23 (Hal IV-69) pengolahan data metode OWAS kondisi postur kerja pada proses pembuatan gerabah setelah perancangan termasuk pada kategori 1 yang berarti tidak perlu dilakukan perbaikan posisi kerja. Hal ini dikarenakan alat perancangan sudah ergonomis dan postur kerja pada pembuatan gerabah tidak ada lagi adanya perbaikan serta kurangnya keluhan padekerja pada sakitnya bagian tubuh.

5.3 Analisa Perbandingan Konsumsi Energi

Perhitungan data denyut jantung pekerja pada saat melakukan proses kerja pembuatan gerabah dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut.

Tabel 5.1 Perbandingan Rata-rata Data Fisiologi Pekerja Pembuatan Gerabah

No	Keterangan	Sebelum Perancangan		Setelah Perancangan	
		Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	Denyut Jantung (Pulse/menit)	81,47	91,91	77,69	84,29
2	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	0,63	0,84	0,56	0,69
3	Konsumsi Energi (Kkal/menit)	3,02	4,02	2,66	3,29

Berdasarkan Tabel 5.1 rata-rata konsumsi energi yang dibutuhkan oleh seorang pekerja pembuatan gerabah sebelum dilakukan perancangan yaitu sebesar 3,02 Kkal sebelum bekerja dan sesudah bekerja sebesar 4,02 Kkal. Artinya bahwa energi yang dikeluarkan pada saat sebelum bekerja adalah sebesar 3,02 Kkal dan energi yang dikeluarkan sesudah bekerja adalah sebesar 4,02 Kkal yang secara beban kerja berkategori “*moderate*” yang dilihat dari detak jantung, konsumsi oksigen, dan konsumsi energinya . Sedangkan pada kondisi setelah perancangan rata-rata konsumsi energi yang dikeluarkan pada saat sebelum bekerja adalah sebesar 2.66 Kkal dan sesudah bekerja sebesar 3,29 Kkal. Artinya bahwa energi yang dikeluarkan sebelum melakukan pekerjaan adalah sebesar 2.66 Kkal dan energi yang dikeluarkan sesudah melakukan pekerjaan adalah sebesar 3,29 Kkal yang secara beban kerja berkategori “*low*” yang dilihat dari detak jantung, konsumsi oksigen, dan konsumsi energinya. Dimana pekerja dapat menghemat energi sebanyak 0,73 Kkal/menit setelah menggunakan alat pembuat gerabah.

5.4 Analisa Perbandingan Waktu Kerja

Data waktu proses kerja yang ada sebelum perancangan dan setelah perancangan akan diolah untuk menentukan waktu baku proses kerja. Adapun perbandingan waktu kerja sebelum perancangan dan setelah perancangan.

Uji Keseragaman dan kecukupan data waktu baku pembuatan sebelum perancangan yang diamati dari 8 pekerja selama 20 kali pengamatan setiap pekerja berada pada batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dan uji kecukupan yang telah dilakukan menyatakan sampel yang diambil telah cukup

Karena $N' < N$ yaitu $1,92 < 160$, maka data waktu pembuatan gerabah dikatakan cukup. Uji keseragaman data waktu pembuatan gerabah setelah perancangan yang diamati dari 8 pekerja selama 20 kali pengamatan setiap pekerja berada pada batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dan uji kecukupan data yang telah dilakukan menyatakan sampel yang diambil telah cukup karena $N' < N$ yaitu $3,88 < 160$, maka data waktu pembuatan gerabah dikatakan cukup.

Setelah data uji keseragaman dan kecukupan data telah selesai dilakukan maka dapat diolah lebih lanjut lagi untuk menentukan waktu baku pembuatan gerabah, baik sebelum perancangan maupun setelah perancangan. Adapun perbandingan waktu baku pembuatan gerabah sebelum dan sesudah perancangan dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Perbandingan Rata-rata Waktu Pembuatan Gerabah

Keterangan	Sebelum Perancangan	Faktor Penyesuaian	<i>Allowance</i>	Setelah Perancangan	Faktor Penyesuaian	<i>Allowance</i>
Waktu Siklus	6,64 menit	1.05	36%	5,23	1.06	39 %
Waktu Normal	7,37 menit			5,12		
Waktu Baku	9,48 menit			7,11		

Berdasarkan Tabel 5.2 diatas diketahui waktu baku pembuatan gerabah sebelum perancangan sebesar 9,48 menit dan setelah perancangan, waktu bakunya menjadi 7,11 menit. Hal ini membuktikan bahwa perancangan alat pembuatan gerabah, dapat mengeliminasi waktu bakunya dari 9,48 menit sebelum perancangan menjadi lebih cepat lagi yaitu 1,37 menit atau selisih 1,37 menit setelah perancangan.

5.5 Analisa Perbandingan Produktivitas Kerja dari Tenaga Manusia

Dalam menentukan besarnya produktivitas untuk kondisi sebelum dan setelah perancangan dapat diketahui dengan *output* standar yang dihasilkan dan waktu kerja yang digunakan oleh pekerja.

1. Sebelum Perancangan

Dalam 1 hari kerja selama 480 menit, waktu baku proses pembuatan gerabah saat sebelum perancangan pembuatan gerabah adalah sebesar 80,03 menit dan *output* standarnya adalah 6 unit gerabah/jam dari masing-masing pekerja.

2. Setelah Perancangan

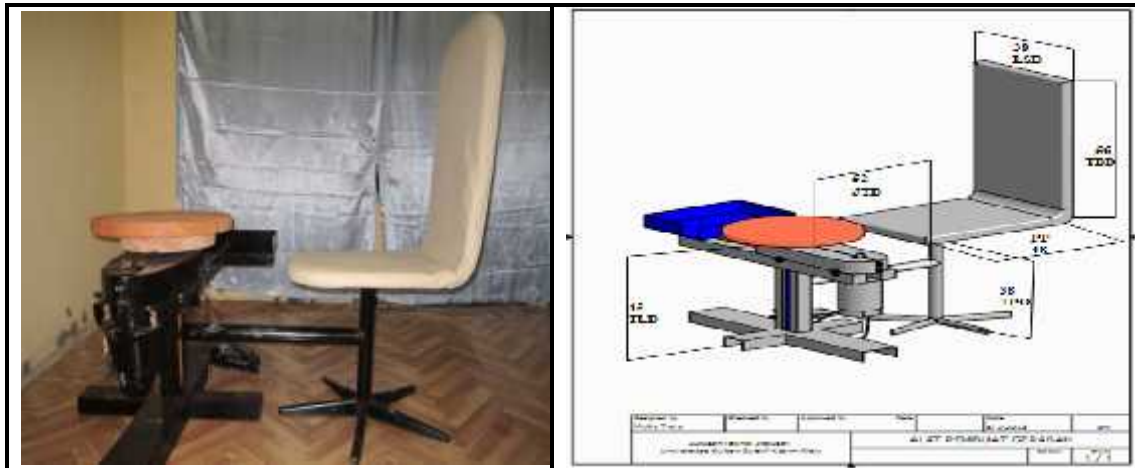
Waktu baku proses pembuatan gerabah setelah perancangan alat pembuatan gerabah adalah sebesar 57,83 menit dan *output* standarnya yaitu 8 unit gerabah/jam dari masing-masing pekerja.

Berdasarkan pengolahan data sebelum dilakukan perancangan pembuatan gerabah, waktu baku dalam sekali proses pembuatan gerabah memerlukan 80,03 menit. Sedangkan setelah dilakukan perancangan pembuatan gerabah, waktu baku dalam pembuatan gerabah menjadi lebih singkat yaitu 57,83 menit. Pengurangan waktu baku dari sebelum perancangan dan setelah perancangan mempengaruhi jumlah *output* standar yang dihasilkan yaitu dari 6 unit gerabah yang dihasilkan sebelum perancangan menjadi 8 unit gerabah setelah perancangan. Produktivitas kerja yang meningkat dari 6 unit gerabah sebelum perancangan menjadi 8 unit gerabah setelah perancangan atau kenaikan produktivitas kerja sebesar 33,33 %.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Pada pembuatan gerabah yang dilakukan pekerja CV. Nuansa Riau Asri terdapat beberapa keluhan rasa sakit dan nyeri oleh pekerja, cepatnya pekerja merasa kelelahan, dan lamanya waktu proses kerja. Perancangan alat pembuatan gerabah yang dirancang disesuaikan dengan data antropometri 10 pekerja di CV. Nuansa Riau Asri agar alat tersebut sesuai dengan pemakainya. Berdasarkan penyusunan konsep dan perhitungan persentil yang telah dilakukan didapatkan hasil rancangan dan spesifikasi hasil produk pada Gambar 6.1 berikut:



Gambar 6.1 Perancangan Alat Pembuatan Gerabah

Adapun data perancangan alat pembuat gerabah sesuai dengan data antropometri pekerja CV. Nuansa Riau Asri pada Tabel 6.1 berikut:

Tabel 6.1 Spesifikasi Ukuran Alat Pembuat Gerabah

NO	Bagian Alat dan Antropometri Digunakan	Ukuran
1	Tinggi meja pemutar (TLD)	45 cm
2	Panjang sandaran kursi (TBD)	56 cm
3	Lebar sandaran kursi dan lebar alas kursi (LSD)	38 cm
4.	Panjang alas kursi (PP)	48 cm
5.	Tinggi kursi (TPO)	38 cm, 44 cm dan 51 cm
6.	Penghubung meja pemutar dan kursi (JTD)	52 cm, 63 cm, dan 75 cm

Berdasarkan pengolahan data metode OWAS kondisi postur kerja pada proses pembuatan gerabah sebelum perancangan termasuk pada kategori 3 yang berarti perbaikan perlu dilakukan secepat atau sesegera mungkin. Pada proses pembuatan gerabah setelah perancangan termasuk pada kategori 1 yang berarti tidak perlu dilakukan perbaikan posisi kerja. Hal ini dikarenakan alat perancangan sudah ergonomis dengan postur kerja pada pembuatan gerabah tidak ada lagi adanya perbaikan serta kurangnya keluhan padekerja pada sakitnya bagian tubuh.

Adapun perbandingan kondisi kerja sebelum dan setelah perancangan dilihat dari aspek ergonominya ditunjukkan oleh Tabel 6.2 sampai Tabel 6.4 berikut :

Tabel 6.2 Perbandingan Konsumsi Energi Sebelum dan Setelah Perancangan Alat

Sebelum Perancangan	4,02 kkal
Setelah Perancangan	3,29 kkal
Persentase (%) Penurunan	81.84 %

Tabel 6.3 Perbandingan Waktu Kerja Sebelum dan Setelah Perancangan Alat

Sebelum Perancangan	80,03 menit
Setelah Perancangan	57,83 menit
Persentase (%) Penurunan	72,56 %

Tabel 6.4 Perbandingan Produktivitas Sebelum dan Setelah Perancangan Alat

<i>Output</i> Standar Sebelum Perancangan	6 unit/jam/pekerja
<i>Output</i> Standar Setelah Perancangan	8 unit/jam/pekerja
Persentase (%) Peningkatan	33,33 %

Dapat ditarik kesimpulan bahwa perancangan pembuatan gerabah jauh lebih ergonomis karena dapat menurunkan konsumsi energi sebesar 81,84% dan penurunan waktu kerja sebesar 72,56 setelah perancangan alat pembuatan gerabah. *Output* standar meningkat dari 6 unit gerabah/jam pada masing pekerja menjadi 8 unit gerabah/jam pada masing pekerja setelah perancangan. Sehingga produktivitas kkerja para ekerja setelah perancangan alat pembuatan gerabah terjadi peningkatan sebesar 33,33%. Berdasarkan analisa keluhan rasa sakit dan nyeri pekerja pembuatan gerabah di CV. Nuansa Riau Asri jauh menurun setelah perancangan.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diajukan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Pengusaha pembuatan gerabah hendaknya memperhatikan kesehatan dan keselamatan pekerjaanya. Hal ini bisa dilakukan dengan cara melakukan pekerjaan dengan sikap atau posisi kerja yang baik melalui penggunaan alat bantu yang dapat mempermudah pekerjaan mereka.
2. Hendaknya perusahaan memperhatikan lingkungan kerja seperti lantai produksi yang cukup untuk pekerja, suhu (temperatur), kelembaban, kebisingan, bau-bauan, sirkulasi udara dan aspek lainnya yang mempengaruhi pekerjaan sehingga produktivitas dapat ditingkatkan.
3. Bagi peneliti sebaiknya memikirkan aspek-aspek manusia pada perancangan sebuah produk baik secara fisik maupun psikis, karena hal ini sangat berpengaruh banyak terhadap proses kerja yang dilakukannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisena, S., 2011. *Perancangan Mesin Pemutar Gerabah*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Budiman, E., dan Setyaningrum, R., 2008. "Perbandingan Metode-Metode Biomekanika untuk Menganalisis Postur Pada Aktivitas Manual Material Handling (MMH) Kajian Pustaka ". *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9*.
- Hanafie, A., dan Saripuddin, M., Fadhli, M., 2011. "Perancangan Mesin Perontok Padi (*Combine Harvester*) Yang Ergomis Dengan Pendekatan Antrometri". *Jurnal ILTEK*, Vol. 6, No. 12.
- Hanafi, M., Astuti, R.D., dan Iftadi, I., 2000. "Perancangan Ulang Fasilitas Kerja Alat Pembuat Gerabah dengan Mempertimbangkan Aspek Ergonomi". *Jurnal Teknologi Peforma*, Vol. 10, No. 1, p. 11-18.
- Lestari, T., dan Trisyulianti, E., 2007. "Hubungan Keselamatan dan Kesehatan (K3) dengan Produktivitas Kerja Karyawan ". Studi Kasus : Bagian Pengolahan PTPN VIII Gunung Mas, Bogor.
- Murdapa, S., Putra, PK.D., dan Santono, H., 2000. "Teknik Implementasi Rencana Kebutuhan Bahan Dalam Sistem Produksi *Job/Batch Shop*". *Jurnal Teknologi Industri*, Vol. 4, No. 2, p. 85-98.
- Nugroho, A.W., 2008. *Perancangan Ulang Alat Pengupas Kacang Tanah Untuk Meminimalkan Waktu Pengupasan*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Nurmianto, E., 2005. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Guna Widya, Jakarta.
- Purnomo, H., 2004. *Pengantar Teknik Industri*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sari, E., 2011. "Analisis dan Perancangan Ulang Leaf Trollys yang Memenuhi Kaidah-Kaidah Ergonomi Studi Kasus di PTP. Nusantara VI Pabrik Teh Danau Kembar". *Jurnal Teknik Industri Universitas Trisakti*, Vol. 1, No. 1, p. 82-101.

- Suhardi, B., 2008. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Sukania, I.W., dan Sentosa, V., 2010. "Aspek Ergonomi Dalam Perbaikan Rancangan Fasilitas Pembuat Cetakan Pasir di PT. X". *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9*.
- Susanti, L., 2009. "Evaluasi Beban Kerja Manual (Studi Kasus di Divisi X pada PT. Y)". *Seminar K3 & Ergonomi di Tempat Kerja*, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Sutajaya, I.M., dan Ristiati, N.P., 2011. "Perbaikan Kondisi Kerja Berbasis Kearifan Lokal Yang Relevan Dengan Konsep Ergonomi Untuk Meningkatkan Kualitas Kesehatan Dan Produktivitas Pematung Di Desa Peliatan Ubud Gianyar". *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains dan Humaniora*, Vol. 5, No. 3, p. 259-270.
- Sutalaksana, I., 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*, Departemen Teknik Industri ITB, Bandung.
- Widodo, D., 2005. *Perencanaan dan Pengembangan Produk*, UII Press, Yogyakarta.
- Wignjosoebroto, S., 2008. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Jakarta.
- Wijaya, A., 2008. *Analisa Postur Kerja dan Perancangan Alat Bantu Untuk Aktivitas Manual Material Handling Industrial Kecil (Studi Kasus Industri Kecil Pembuatan Tahu di Kartasuro)*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.